

40
A. Hydr.
440

4^o A. hydr. 440

Fritzen



NEUES SYSTEM
FÜR
SEKUNDÄR-BAHNEN
VON
NORMALER SPUR.

VON
DR. HUGO VON RITGEN,
INGENIEUR.

MIT KUPFERN UND HOLZSCHNITTEN.

BERLIN,
VERLAG VON ERNST & KORN.
1876.



Inhalt.

	Seite
A. Einleitendes	1
1. Begriff der Sekundärbahn	—
2. Beibehaltung der normalen Spurweite.	2
3. Anschluss an die Hauptbahnen.	3
4. Die Sekundärbahn als $\frac{2}{3}$ -Bahn	—
B. Feststellung der Hauptgrundlagen	4
5. Maximalbelastung für eine Betriebsachse	—
6. Die Fahrgeschwindigkeit. Durchmesser der Wagenräder.	6
7. Unmöglichkeit, die Wagen nach amerikanischem System zu bauen	8
8. Radstand der Fahrzeuge	9
9. Minimalkurvenradius	10
C. Vorbereitende Feststellungen für die Entwürfe der Betriebsmittel	12
10. Normalvollprofil und Normallichtprofil	—
11. Weglassung der erhöhten Schaffner- und Bremser Sitze	—
12. Einführung des Interkommunikationssystems für die Wagen	14
13. Auflagerung des Wagens zwischen den Rädern	17
14. Die Herabminderung der Breite der Wagen wird durch die Buffer begrenzt.	—
15. Berechnung der Normalwagenachse. Durchmesser der Achse und der Halszapfen	18
16. Grösse des zu erwartenden Zugwiderstandes der Wagen	22
17. Länge der Halszapfen	24
D. Entwurf des Normalgüterwagens	25
18. Gesamtanordnung des Normalgüterwagens.	26
19. Lichte Kastenmasse	—
20. Grossviehtransporte	27
21. Militärtransporte	—
22. Aeussere Kastenmasse	29
23. Leistungsfähigkeit des Normalgüterwagens.	30
24. Höhe des Wagenbodens über den Schienen	32
25. Anordnung der Hauptträger und der Buffer, sowie der Kopfschwellen	33
26. Die Hauptträger und Kopfschwellen bilden zugleich einen 15 bis 23,5 ^{mm} hohen eisernen Rand	35
27. Besondere Achsgabelträger erforderlich	—
28. Beanspruchung der Lang-, Quer- und Achsgabelträger.	—
29. Die Tragfedern	36
30. Halszapfen, Achslager, Achsbüchsen	—

	Seite
31. Verbindung der Federgehänge mit den Achsgabelträgern	—
32. Die Buffer	37
33. Die Kuppelung	38
34. Die Bordwände und die Plandecke	40
35. Güterwagen mit Bremse	42
E. Der Normal-Personenwagen der Sekundärbahn	43
36. Der Normal-Personenwagen	—
F. Die Normalprofile	44
37. Das Normalvollprofil	—
38. Das Normallichtprofil	45
39. Vergleich mit dem Normallichtprofile der Hauptbahnen	47
40. Bemerkung zu § 6 der »Grundzüge für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen«	—
41. Das Normaltunnelprofil	49
42. Einfluss des Normalvollprofils auf den Bau der Lokomotiven	51
G. Die Normalzugmaschine der Sekundärbahn und deren Leistung	—
43. Leistung der Normalzugmaschine unter verschiedenen Bedingungen	—
44. Fahrgeschwindigkeit	53
45. Normale Transportleistung der Zugmaschine. Grösste Länge eines Zuges	54
46. Ueberwindung ausserordentlich starker Zugwiderstände	55
47. Bedingungen für Alignement und Längenprofil der Bahn	58
48. Grösse der Personentransporte	59
49. Durchmesser der Triebräder der Zugmaschine	—
50. Die Treibcylinder etc. der Zugmaschine liegen innerhalb der Räder	—
51. Programm für die Zugmaschine	60
H. Unterbau und Oberbau der Bahn	—
52. Kronenbreite	—
53. Oberbausystem, Masse der Querschwellen	62
54. Kiesbettung	—
55. Die Schienen	—
56. Drehscheiben und Schiebebühnen	63
57. Kunstbauten	—
58. Bahnhöfe	—
I. Rückblick	64
K. Vorschläge für die Ausführung des Sekundärbahnsystems	69
L. Uebersicht über das den Sekundärbahnen vorbehaltene Gebiet	72

A. Einleitendes.

Obgleich das über »Sekundärbahnen« gebrachte Material bereits ein ziemlich umfangreiches ist — ohne dass darum mit dem Bau von Sekundärbahnen erheblich vorangeschritten worden wäre —, so erscheint damit das Bereich der Lösungen für dieses so wichtige technische und wirtschaftliche Problem doch noch keineswegs erschöpft; und es muss gerade der bis jetzt noch ungünstige Erfolg der im gedachten Sinne gerichteten Bestrebungen besonders dazu anregen, keine der möglichen Lösungen unversucht zu lassen. Wir wagen es desshalb, in dem Folgenden ein System von Sekundärbahnen in Vorschlag zu bringen, welches in mehreren seiner hauptsächlichsten Seiten und in seiner Gesamtfassung wesentlich neu ist.

1. Begriff der Sekundärbahn.

Ueber den Begriff und die Eigenschaften einer Sekundärbahn bestehen so viele verschiedene Auffassungen, dass es vor allen Dingen nothwendig erscheint, den Begriff unserer Sekundärbahn festzustellen. Für uns liegt das Wesen der Sekundärbahn vornehmlich darin, dass dieselbe keinen erheblichen durchgehenden Verkehr aufzunehmen bestimmt ist. Unsere Sekundärbahn soll zunächst und besonders für das Hügel- und Gebirgsland ausgebildet werden, sie soll dem Laufe der sekundären Flussthäler folgen. Denn so wie man Haupt- (primäre) Gebirgszüge und von diesen auslaufende sekundäre Gebirgszüge unterscheidet, so erscheinen an deren Fusse Haupt- und Sekundärthäler. Die Hauptbahnen bewegen sich vorzugsweise in den Hauptthälern, die Sekundärbahnen folgen den sekundären Wasserläufen in den Sekundärthälern.

In grossen Stromgebieten — wie zum Beispiel des Rheines —, in welchen vielfach auch die sekundären und selbst die tertiären Thäler des Gesamtgebietes bereits mit Hauptbahnen und zwar häufig von noch sehr grossartigem Verkehre versehen sind, zieht sich der Begriff des Sekundärthales und der Sekundärbahn in unserem Sinne weiter nach den umgebenden Wasserscheiden zurück und beginnen für uns die sekundären Thäler da, wo eine Höhverzweigung des Hauptbahnnetzes zu schwierig und kostspielig erscheint. Die Sekundärbahnen überschreiten im gebirgigen Lande die Hauptwasserscheide in der Regel nicht, gehören daher meist zur Gattung der Zweig- oder Sackbahnen oder rechnen doch im Falle der Ueberschreitung der Wasserscheide für die nächste und weitere Zukunft nicht auf grossen durchgehenden Verkehr.

Solche Sekundärbahnen sollen mit einer mässigen Geschwindigkeit, in max. etwa 3 Meilen die Stunde, einen mässig grossen Güterverkehr und ebensolchen

Personenverkehr unter Einhaltung eines bedeutend kleineren Normalladeprofiles und Normaldurchfahrtsprofils, sowie unter Anwendung bedeutend kleinerer Kurvenradien, als bei den Hauptbahnen gestattet, vermitteln. Desgleichen muss die grösste erlaubte Belastung einer Betriebsachse (Lokomotivachse) sehr erheblich geringer, als für die Hauptbahnen gestattet, bemessen werden; wodurch in Vereinigung mit der geringeren Fahrgeschwindigkeit der gesamte Unterbau und Oberbau der Bahn erheblich schwächer, als bei den Hauptbahnen, ausgeführt werden darf. Die Steigungen auf der Sekundärbahn dürfen bedeutend steiler sein, als die auf den Hauptbahnen durchschnittlich üblichen, da die übrige Wohlfeilheit des Baues und Betriebes diese Erschwerung des letzteren weniger empfindlich machen wird. Diesen Punkt möchten wir jedoch weniger hervorheben, da auch viele Hauptbahnen in dieser Hinsicht schon Erkleckliches leisten. Als den allerwichtigsten Punkt bezeichnen wir dagegen das Bestreben, eine grössere Freiheit und Leichtigkeit in der Tracirung der Bahnlinie wesentlich in der Anwendbarkeit kleinerer Kurvenradien zu erreichen.

Alle die anderen Momente, welche wesentlich zur Wohlfeilheit einer Sekundärbahn beitragen sollen, wie energische Reduktion aller Ansprüche für Hochbauten, besonders Empfangsgebäude, Mittel und Wege, wie die Betriebsausgaben und die Kosten für das Beamtenpersonal verringert werden können etc. etc. wollen wir hier nicht in Betracht ziehen. Dieser letztere Theil der Gesamtaufgabe kann von dem Theile, welchen wir uns vorgesetzt haben, ohne Bedenken vollständig getrennt werden, und ist derselbe auch für sich bereits in der Hauptsache erschöpfend behandelt und gelöst worden.

Wir fügen zum Vorigen noch das Folgende hinzu:

Ist einmal für das Hügel- und Gebirgsland das System der Sekundärbahn festgestellt und dessen Ausführung gesichert, so liegt kein Grund vor, dasselbe nicht auch vielfach auf Linien in dem Flachlande in Anwendung zu bringen, vorausgesetzt, dass sich mit hinreichender Sicherheit die Frage entscheiden lässt, ob die zu erbauende Linie für die Gegenwart und Zukunft eine Linie von sekundärer Bedeutung sein und bleiben wird. Diese Frage ist es fast allein, welche die Anwendung eines spezifisch von den Hauptbahnen verschiedenen sekundären Eisenbahnsystems im Flachlande schwierig macht, während doch gerade dieses in vielen Fällen wohlfeiler Sekundärbahnen dringend bedarf.

2. Beibehaltung der normalen Spurweite.

Zur Verwirklichung von Sekundärbahnlinien von den vorgenannten Eigenschaften wird nach neuerem Geschmacke mehr und mehr die Schmalspur-Bahn in Vorschlag gebracht. Gerade dem möchten wir jedoch entgegenreten, wir möchten ein System für eine Sekundärbahn obiger Gattung mit der normalen Spurweite der Hauptbahnen aufstellen, welches allen vorhin aufgestellten Anforderungen in ausreichendem Masse entspricht. Der einzige Umstand, welcher für uns gewichtig zu Gunsten der Schmalspur sprechen könnte, wäre die als ausser Zweifel angesehene Möglichkeit der Anwendung bedeutend kleinerer Kurvenradien, als bei normaler Spurweite überhaupt möglich. Durch Verminderung des Radstandes für die sämtlichen Betriebsmittel der Sekundärbahn jedoch glauben wir den vorzuschreibenden Minimalradius auf circa die Hälfte des für die Hauptbahnen gestatteten bringen und dadurch

einen ganz ausserordentlichen und überhaupt ausreichenden Fortschritt in dieser Beziehung durchführen zu können. Wir vertreten demnach mit aller Entschiedenheit für unsere Sekundärbahn die Normalspur.

3. Anschluss an die Hauptbahnen.

Wir wollen also erreichen, dass die Betriebsmittel der Sekundärbahn ohne weiteres auf die Hauptbahnen übergehen und auf denselben gerade so gut, wie die Betriebsmittel der Hauptbahnen mit nur der einzigen Beschränkung einer geringeren erlaubten Fahrgeschwindigkeit verkehren können. Die Betriebsmittel der Hauptbahnen können jedoch wegen des verkleinerten Normaldurchfahrtsprofils und wegen der kleinen Kurvenradien, die Lokomotiven der Hauptbahnen auch wegen deren zu grossen Gewichtes pro Achse auf die Sekundärbahnen nicht übergehen. Dieser Schritt, d. h. Ausschluss der Betriebsmittel der Hauptbahnen von den Sekundärbahnen, muss gethan werden, wenn anders ein spezifisch von den Hauptbahnen verschiedenes System für die Sekundärbahnen geschaffen werden soll. Und dies soll doch eben geschehen. Denn die reduzierten Ansprüche der Sekundärbahnen an Fahrgeschwindigkeit, an lichtem Durchfahrtsraume, in Hinsicht auf Alignement und Längenprofil, sowie auf die Festigkeit aller Substruktionen und des Oberbaues weisen unmittelbar darauf hin. Aber die normale Spur braucht darum nicht aufgegeben zu werden und sollte dies sicherlich nicht. Denn wenn auch solchermassen beschränkt, ist der Vortheil gleicher Spurweite mit den Hauptbahnen doch noch ein ausserordentlich grosser. Und indem für alle Sekundärbahnen ein einheitliches System geschaffen wird, ist die Möglichkeit gegeben, in vergleichsweise kurzer Zeit eine grössere Menge sekundärer Betriebsmittel zu beschaffen, indem jede neu erstehende Sekundärbahn den gesammten Park der Betriebsmittel, welche auf allen sekundären Linien ohne Unterschied gleich gut laufen, vermehren hilft. Es werden dadurch auch den Stationen der Hauptbahnen immer eine Anzahl Sekundärwagen zum Versande nach Stationen von Sekundärbahnen zur Verfügung stehen; und es dürfte der sekundäre Güterwagen mit der Zeit als ein so zweckmässiges Betriebsmittel erscheinen, dass auch alle besonders interessirten Hauptbahnen selbst eine entsprechende Anzahl sekundärer Güterwagen anschaffen würden. Diese Erwartung dürfte um so eher gerechtfertigt sein, als die Tragfähigkeit des Normalgüterwagens für die Sekundärbahn eben so gross, wie die eines zweiachsigen Wagens der Hauptbahnen, nemlich 200 Zentner, sein soll.

4. Die Sekundärbahn als $\frac{2}{3}$ -Bahn.

Angenommen, es würde für zweckmässig erachtet, dass man für Sekundärbahnen ein System mit verringerter Spurweite wähle, so würde — da die Verhältnisse aller Abmessungen der Hauptbahnen ja so wohlbewährte sind — dann ohne Zweifel im allgemeinen der Gedanke vorschweben, ein im Massstabe verkleinertes Abbild der Hauptbahnen zu schaffen. Das Verhältniss der gewählten schmalen zur normalen Spurweite würde also das Mass für die lineare Verkleinerung angeben. Und da die zu wählende Schmalspur sicher nicht grösser, als $1,00^m$ sein dürfte — weil andernfalls die Verringerung von gar keinem Belang wäre —, füglich aber auch nicht erheblich kleiner sein dürfte, als $1,00^m$, da sonst gewichtige Bedenken hinsichtlich der Stabilität der Fahrzeuge bei nur unbedeutenden Unregelmässigkeiten in der Höhenlage der Schienen gerechtfertigt sein möchten —, so kann man kühnlich behaupten,

dass das Streben derer, welche ein einheitliches System für Sekundärbahnen schaffen wollen, dahin gehen muss, eine » $\frac{2}{3}$ -Bahn« zu schaffen; wobei das Hauptbahnsystem als Einheit gedacht ist. Denn die Schmalspur würde sich zur Normalspur rund wie 1 : 1,5 oder wie 2 : 3 verhalten.

Dieses einfache Verhältniss kann sehr wohl als eine Richtschnur gelten; und wenn wir diesem Verhältnisse in vielen Fällen nahe kommen werden, wird uns dies beweisen, dass wir mit unserem normalspurigen Sekundärbahnsystem dasselbe erreicht haben, was man durch eine schmalspurige Bahn anderwärts erreichen will.

Können wir aber den Beweis liefern, dass eine » $\frac{2}{3}$ -Bahn« mit Normalspur, welche allen billigen Anforderungen genügt, konstruktiv sehr wohl ausführbar ist, so wird dieses System dann den Vorzug vor jedem Schmalspursystem verdienen.

B. Feststellung der Hauptgrundlagen.

5. Maximalbelastung für eine Betriebsachse.

Als ein grosser Misstand wird gegenwärtig bei den Hauptbahnen das immer kolossaler gewordene Gewicht der Lokomotiven empfunden; es bedingt dies einen ausserordentlich starken Unter- und Oberbau der gesamten Bahn, welche die Maschine befährt. Leider hat man noch wenig darnach gestrebt, das Gewicht der Lokomotiven auf das ihrer Krafterleistung entsprechende unvermeidliche Minimum zurückzuführen und den dadurch herbeigeführten Verlust an Adhäsionsgewicht bei nur einer oder zwei Triebachsen durch Heranziehung des gesamten Gewichtes der Maschine zur Adhäsion wieder auszugleichen. Die Maschinenbauanstalt von Krauss und Co. in München steht in dieser Hinsicht leider noch vereinzelt da. Die erwähnte Fabrik zeigt jedoch, mit wie gutem Erfolge es möglich ist, das Ziel zu verfolgen, welches auch wir bei der Bestimmung der Achsbelastungen für die Sekundärbahn vor Augen haben. Das Unverständige der üblichen Achsbelastungen bei den Hauptbahnen liegt weniger in der bedeutenden absoluten Grösse der grössten vorkommenden Achsbelastung, als vielmehr in dem Missverhältnisse zwischen der Maximalachsbelastung für Wagen und derjenigen für Lokomotiven. Jene beträgt bei den gebräuchlichen zweiachsigen Wagen von 200 Z Tragfähigkeit $160\text{ Z} = 8\text{ T}$ im beladenen Zustande. Diese erreicht sehr häufig $260\text{ Z} = 13\text{ T}$ und sogar $280\text{ Z} = 14\text{ T}$. Es muss also einiger weniger kolossal belasteter Lokomotivachsen wegen der gesamte Ober- und Unterbau einer Bahn ausserordentlich stark bemessen werden, während den Tausenden von Güter- und Personen-Wagenachsen ein viel leichter Ober- und Unterbau genügen würde. Das wünschenswerthe Verhältniss wäre in dieser Hinsicht ohne Zweifel dasjenige, wo alle belasteten Achsen, von Wagen wie von Lokomotiven, mit dem gleichen Gewichte belastet werden. Die vollkommenste Gleichförmigkeit wird endlich erreicht, wenn diese sämtlichen gleichbelasteten Achsen in einem Zuge auch alle den gleichen Abstand von einander haben. Der ersten Anforderung, nemlich der für alle Betriebsachsen gleichen Belastung, wünschen wir für unsere Sekundärbahn vollständig zu genügen, und haben wir diese durchgehends gleiche Achslast zu 160 Zentnern angenommen. Sämtliche Wagen sollen

2-achsige sein, und leisten dann die Güterwagen mit 200 Z Tragfähigkeit fast vollständig die gleichen Dienste, wie die zweiachsigen 200-Z-Wagen der Hauptbahnen.

Die Achsbelastung einer Lokomotive soll gleichfalls 160 Z nirgends überschreiten.

Es könnte auffallen, warum wir nicht die Normalachslast noch weiter für alle Betriebsmittel verringern, um einen recht leichten Oberbau und Unterbau erzielen zu können. Hier erscheint jedoch einerseits die Lokomotiv-Frage durchaus zwingend, indem ein geringeres Gewicht pro Achse für eine einigermaßen kräftige Maschine nur mit Hülfe verwickelter theurer Konstruktionen, unter bedeutender Vermehrung der Eigenwiderstände und auf Kosten der Leichtigkeit in der Handhabung der Maschine auf Drehscheiben etc. zu erreichen sein würde; andererseits liegt, obgleich wir die Bodenfläche der Sekundärwagen gegenüber den Wagen der Hauptbahnen nicht unbedeutend verringern, dennoch durchaus kein Grund vor — wie später des Ausführlichen nachgewiesen wird —, darum die Tragfähigkeit der Wagen zu verringern, indem die auf den Sekundärbahnen zu befördernden Frachten meist ein hinreichend hohes spezifisches Gewicht aufweisen. Sodann wird durch grosse Tragfähigkeit der einzelnen Wagen die Länge der Züge für die gleiche Transportlast bedeutend verringert, was für den Signaldienst auf den Zügen, für Verminderung des Zugpersonals und in Rücksicht auf die Gleisanlagen in Bahnhöfen von grosser Wichtigkeit ist. Und schliesslich ist es eben verständlich, dass die Achsbelastung für die Achsen aller Betriebsmittel gleich gross sei.

Der zweiten Anforderung, nemlich die Abstände aller belasteten Achsen in einem Zuge gleich gross zu machen, lässt sich nicht vollständig genügen; doch ist auch hier das Mögliche zu erstreben. Der Radstand der Wagen wurde gebieterisch durch die Rücksicht auf das Befahren möglichst enger Kurven möglichst klein, auf 2,5^m, festgesetzt; die einheitliche Länge sämtlicher Wagen, wesentlich durch die Länge der zu transportirenden Gegenstände bestimmt, beträgt zwischen den Buffern genau 6,52^m, mit Zwischenraum bei angezogener Kuppelung rund 6,6^m; bei zusammengedrückten Buffern weniger als 6,52^m. Die Lastpunkte in einem Zuge, vorläufig nur aus Wagen ohne Maschine bestehend, sind also im Durchschnitte abwechselnd 2,5^m und 4,0^m entfernt.

Diese Verschiedenheit der Abstände ist für die Dimensionirung des gesamten Ober- und Unterbaues von nur unbedeutendem Einflusse, und kann bei den üblichen Sicherheitskoeffizienten die Belastung in den meisten Fällen als eine in gleichen Abständen vertheilte angesehen werden.

Von erheblichem Einflusse auf den Unterbau der Bahn, insbesondere die Brücken unter der Bahn, könnte dagegen die Bemessung und Vertheilung des gesamten Gewichtes der Lokomotiven sein.

Am einfachsten würde sich unserem Systeme eine 2-achsige Lokomotive von 2,5^m Radstand und 320 Z Gewicht, wovon 160 Z auf jede Achse entfallen, und deren gesamtes Gewicht zugleich Adhäsionsgewicht ist, einfügen. Krauss und Co. in München baut eine 2-achsige Tendermaschine zu 100 Pferdekraft. Dieselbe hat jedoch ein Gewicht im Dienste von 18,000^k oder 360 Z. Gleichmässig vertheilt würde dies auf jede Achse 180 Z, also 26 Z mehr, wie nach Obigem gestattet, ergeben. Dabei führt eine solche Maschine einen Vorrath von 30 Z Kohlen und 2700 Liter oder 54 Z Speisewasser mit, zusammen 84 Z, welche im obigen Totalgewichte von

360 Z mit inbegriffen sind. Eine solche 100-pferdige Lokomotive erscheint als die geeignetste Betriebsmaschine für unsere Sekundärbahnen; jedoch wäre es wünschenswerth, das beregte Mehrgewicht von 20 Z pro Achse zu vermeiden. Der obige Vorrath an Kohlen reicht für 6—7 Stunden, der des Wassers nur auf $1\frac{1}{2}$ Stunden bei fortwährend voller Kraftleistung aus. Es lässt sich daher an diesen Vorräthen nicht erheblich kürzen, ohne die Maschine in eine höchst missliche Abhängigkeit in diesen Hinsichten zu bringen. Jedoch scheint uns die Möglichkeit gegeben, durch ein äusserstes Streben, alles unnöthige Gewicht in der Konstruktion zu vermeiden, sowie durch eine nur mässige Reduktion obiger Vorräthe das gewünschte Ziel völlig zu erreichen. Es wäre ausserdem sehr füglich ausführbar, dass jede Maschine sich für grössere Fahrten mit einem besonderen Wassertender, der als Theil des Gepäck- oder Postwagens erscheint, versehen könnte. Für den kleineren Dienst und besonders in Bahnhöfen, wo Kohlen- und Wasserstation immer in der Nähe, würde die Maschine des besonderen Tenders nicht bedürfen.

Wir halten, wie bemerkt, eine 100-pferdige 2-achsige Maschine von $2,5^m$ Radstand, deren beide Achsen gekuppelt und mit 160 Z belastet sind, für die geeignetste Betriebsmaschine für unsere Sekundärbahnen. Sollten jedoch noch stärkere Maschinen, etwa zu 140—150 Pferdekraft, erwünscht sein, so würde sich dies noch bei einem Gesamttrastande von $2,5^m$ und bei einem Durchmesser der Triebräder $= 1,0^m$ und unter Achsbelastungen von nicht mehr als 160 Z erreichen lassen, indem man in der Mitte eine dritte Achse einfügte. Jede der drei sämmtlich gekuppelten Achsen möge dann wirklich mit circa 160 Z belastet sein; es wird sonach das Gesamtgewicht der Maschine 480 Z betragen dürfen. Auch würde diese 3-achsige Maschine eines stärkeren Oberbaues oder doch wenigstens stärkerer Schienen, als für obige 2-achsige Maschinen erforderlich, nicht bedürfen. Die sämmtlichen Brücken unter der Bahn würde jedoch eine 3-achsige Maschine in weit stärkerem Maasse in Anspruch nehmen, als dies durch die 2-achsige geschieht, indem bei einer 3-achsigen Maschine über einer Länge von $2,5^m$ das $1\frac{1}{2}$ -Fache des Gewichtes, wie bei der 2-achsigen zu unterstützen ist. Obgleich noch mehrere andere Gründe gegen die Wahl der 3-achsigen Maschine sprechen, möchten wir schon allein aus dem eben angeführten Grunde dieselbe nicht für unsere Sekundärbahn eingeführt sehen.

Wir entscheiden uns also für die 2-achsige 100-pferdige Zugmaschine und kommen dann hinsichtlich der Lasten, welche auf Ober- und Unterbau der Bahn drücken, zu der einfachen Regel, dass in einem belasteten Zuge der Sekundärbahn im ungünstigsten Falle jede Achse mit 160 Z lastet, und dass sämmtliche Lastpunkte abwechselnd rund $2,5^m$ und $4,0^m$ von einander entfernt sind.

6. Die Fahrgeschwindigkeit. Durchmesser der Wagenräder.

Für unser sekundäres System sind zweierlei Fahrgeschwindigkeiten von grosser Wichtigkeit und wesentlich zu unterscheiden. Es ist nemlich nicht allein 1) die Geschwindigkeit, mit welcher die Fahrzeuge der Sekundärbahn auf dieser selbst verkehren, auf die gesamte Konstruktion der Betriebsmittel, des Ober- und Unterbaues der Bahn und auf die Betriebskosten vom allergrössten Einflusse, sondern es muss auch 2) die Geschwindigkeit, mit welcher die Sekundärfahrzeuge auf den Hauptbahnen rollen, und welche für die Kon-

struktion der Wagen von ganz gleicher Wichtigkeit, wie die vorige ist, berücksichtigt, d. h. es muss auch die Fahrgeschwindigkeit der Sekundärwagen auf den Hauptbahnen in den entsprechenden Grenzen gehalten werden.

Als ad 1) eine vortheilhafte Fahrgeschwindigkeit für Sekundärbahnen ist mehrfach eine solche von $2\text{--}2\frac{1}{2}$ Meilen oder $15\text{--}18\text{ K}^m$ in der Stunde vorgeschlagen worden; in den »Grundzügen für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen« ist die Geschwindigkeit von 12 K^m für den Güterverkehr besonders empfohlen. Wir möchten diese letztere für Güterzüge ebenfalls als die normale in Aussicht nehmen, für den Personenverkehr, für Bergabfahren und besonders günstige Verhältnisse jedoch noch eine grössere Geschwindigkeit und zwar bis zu 3 Meilen oder 23 K^m in der Stunde gestattet wissen. Grösser darf diese jedoch nicht werden, damit nicht der gesammte Oberbau und Unterbau der Bahn bedeutend verstärkt werden muss. Andererseits wird man auch bei der Wahl der 2-achsigen 100-pferdigen Zugmaschine von nur 320 Z Adhäsionsgewicht selten, d. h. nur unter besonders günstigen Witterungsverhältnissen, in die Lage kommen, bei einer erheblich geringeren Geschwindigkeit als 12 K^m die volle Dampfkraft der Maschine ausnutzen zu können.

Wir kommen ad 2) zur Ermittlung der Geschwindigkeit, mit welcher die Sekundärfahrzeuge auf den Hauptbahnen verkehren werden. Die Rücksichten auf eine möglichst tiefe Lage des Wagenbodens, auf die möglichst tiefe Lage des Schwerpunktes des beladenen Wagens, auf eine möglichst leichte Konstruktion der Achsen und Räder und auf das Befahren sehr enger Kurven machen es wünschenswerth, den Durchmesser der Räder für die Sekundärfahrzeuge erheblich zu verkleinern. Wir haben den Durchmesser der Räder auf $\frac{2}{3}$ des Durchmessers der Räder der Hauptbahnen $= 0,7^m$ festgesetzt. Diese Räder dürfen dann, da die Durchmesser der Zapfen, wie später zu erörtern, nicht in demselben Masse kleiner werden können, selbstredend nicht mit den für die Fahrzeuge der Hauptbahnen gestatteten grossen Geschwindigkeiten rollen, indem ein Heisslaufen der Achsen und sehr bedeutende Abnutzung der Zapfen zu gewärtigen sein würde.

Dieses sind Gründe, welche für sich allein entschieden dazu drängen, eine gewisse kleinere Maximalgeschwindigkeit, als die auf den Hauptbahnen vorkommenden grossen Geschwindigkeiten, für den Verkehr der Sekundärfahrzeuge auf den Hauptbahnen festzusetzen; auch wenn wir nicht von vornherein die Absicht gehabt hätten, für die Sekundärfahrzeuge nur eine sehr viel kleinere Fahrgeschwindigkeit, als diejenige, welcher die Güterwagen der Hauptbahnen häufig ausgesetzt sind, zu gestatten, um eben die Möglichkeit zu haben, die Sekundärfahrzeuge dem entsprechend leichter und schwächer konstruieren zu dürfen. Die Verwirklichung dieser Absicht hat durchaus keine Schwierigkeit, sobald man jede Rücksicht auf die Möglichkeit, die Personenwagen der Sekundärbahn in die Schnellzüge, Personenzüge und gemischten Züge der Hauptbahnen einzustellen, gänzlich aufgibt. Es mag daher hier der auch aus vielen anderen Gründen fast selbstverständliche Grundsatz ausgesprochen werden, dass die Personenwagen der Sekundärbahn nicht auf die Hauptbahnen behufs durchgehender Beförderung von Personen übergehen. Hierdurch wird es möglich, alle auf Hauptbahnen zu befördernden Wagen der Sekundärbahn ausschliesslich auf die reinen Güterzüge der Hauptbahnen zu verweisen. Diese Züge mögen eine Geschwindigkeit von höchstens 4 Meilen in der Stunde haben. Es ist sonach diese Geschwindigkeit von 4 Meilen $= 30\text{ K}^m$ diejenige, welche wir hier ermitteln

wollten. Die gemischten und Personen-Züge der Hauptbahnen fahren 38—45 K^m in der Stunde. Die Sekundärwagen sind daher vom Eilgutverkehr gänzlich ausgeschlossen. Es wird also nach dem Vorherigen als strengstens einzuhaltender Grundsatz aufgestellt: Die Sekundärwagen dürfen nirgends mit einer grösseren Geschwindigkeit, als 4 Meilen = 30 K^m in der Stunde befördert werden. — Natürlich dürfen die Sekundärwagen auch in gemischten und Personen-Zügen laufen, wenn diese das soeben bestimmte Mass der Geschwindigkeit einhalten, nur wird dieser Fall selten vorkommen.

7. Unmöglichkeit, die Wagen nach amerikanischem System zu bauen.

Bevor wir an die Erörterung und Bemessung des Radstandes für die Sekundärfahrzeuge — welche ja auch die Erledigung der so wichtigen Kurvenfrage einschliesst — herantreten, ist es nothwendig, sich darüber klar zu werden, dass von der Einführung des für die Wagen der Amerikanischen Bahnen allgemein üblichen und auch anderwärts mehrfach angewandten Systems der »Wagen mit Drehgestellen« bei den von uns ins Auge gefassten Sekundärbahnen schlechterdings nicht die Rede sein kann. Es ist ein von vorn herein sehr nahe liegender Gedanke, dass man unter Anwendung des Amerikanischen Drehgestellsystems auf den Bau der Sekundärfahrzeuge es mit Leichtigkeit dahin bringen könne, fast beliebig enge Kurven zu durchfahren. Der Achsstand der Drehgestelle von Amerikanischen Bahnen beträgt häufig noch nicht 1,5^m; dies ermöglicht eine ausserordentliche Anschmiegsamkeit der Wagen in die Kurven. Die Nachtheile dieses Systems der Wagen mit Drehgestellen bei dessen Anwendung auf die Sekundärbahnen sind aber die folgenden:

Die Anwendung von zwei je vierrädrigen Drehgestellen als Träger eines Wagenkastens ist nur dann vortheilhaft, wenn dieser Wagenkasten sehr lang, aber auf die laufende Längeneinheit nur schwach belastet ist. Ist der Wagen nicht lang, so ist der Aufwand für 4 Achsen mit 8 Rädern und den nöthigen Achsbüchsen, sowie für die Maschinerien an den Drehgestellen höchst bedeutend; würde man aber einen langen Amerikanischen Wagen pro laufenden Meter seiner Länge so stark belasten, wie dies pro laufenden Meter der Länge eines 200-Z-Kohlenwagens bei uns geschieht, so würde dies kolossal starke und schwere Langträger erfordern. Für Personenwagen mag aus den angegebenen Gründen jenes System unläugbare Vortheile bieten. Die Personenbeförderung ist jedoch für unsere Sekundärbahnen eher Nebensache; andererseits stehen als Frachten für dieselben gerade vorzugsweise Güter von hohem spezifischem Gewichte, besonders Produkte des Bergbaus, der Hüttenwerke, Steine etc. zu erwarten. Wenn solche Bahnen einen wohlfeilen Massentransport dieser Art nicht in erster Linie anstreben, wird deren Rentabilität wohl meistens sehr in Frage stehen. Dies sind entscheidende Gründe, um den Drehgestellwagen zu verwerfen. Dazu kommt, dass man bei solchen langen Wagen sehr häufig, um den ganzen Wagenraum auszunutzen, genöthigt sein wird, ganz verschiedenerlei und nach verschiedenen Orten bestimmte Frachten in denselben Wagen zu laden, was vielfach ein Umladen schon am Ende der Sekundärbahn zur Folge haben wird und wodurch der so wesentliche Vortheil der Möglichkeit, ohne Weiteres auf alle Hauptbahnen überzugehen, zum Theile illusorisch wird. Gerade für einen sparsamen kleinen Verkehr so mächtig grosse Wagen zu nehmen, erscheint durchaus

widersinnig. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass diese Wagen auf den Hauptbahnen, auf deren Drehscheiben, Schiebebühnen etc. bewegt werden sollen, während gegenwärtig der Güterwagen mit mehr als 2 Achsen und von mehr als 4^m Achsstand allerwärts von den Deutschen Bahnen verbannt wird und in der That schon beinahe gänzlich verschwunden ist. Natürlich verschwinden damit auch alle die kostspieligen Drehscheiben und Schiebebühnen für Güterwagen, welche auf einen grösseren Radstand berechnet sind. Es kann sonach schlechterdings von einer Einführung des Amerikanischen Wagengestelles bei den Sekundärbahnen keine Rede sein.

Ausserdem möchten wir noch beifügen, dass die Gewichtsvertheilung auf die Achsen bei einem derartigen Drehgestellwagen von unserem Ideale möglichst gleichweit von einander abstehender gleich belasteter Achsen sehr weit entfernt ist. Sodann müsste der Wagenboden in Folge der Drehgestelle nicht unbedeutend höher zu liegen kommen, die Stabilität des Wagens würde sich dadurch und überhaupt durch die ganze Konstruktionsweise verringern und endlich würde dadurch das Normaldurchfahrtsprofil erhöht werden.

8. Radstand der Fahrzeuge.

Nachdem die Unmöglichkeit, der Konstruktion der Wagen das Amerikanische Drehgestellsystem zu Grunde zu legen, erwiesen ist, kann die Verkleinerung des Minimalkurvenradius nur durch die Verringerung des Radstandes der nur 2-achsig zu erbauenden Betriebsmittel erreicht werden. Es ist von Wichtigkeit, über die Grenze, bis zu welcher diese Verringerung möglicherweise gehen kann, von vornherein etwas feststellen zu können. Man darf sicherlich den Radstand für ein selbstständiges Fahrzeug niemals so klein machen, wie denjenigen für ein einzelnes Drehgestelle eines Amerikanischen Wagens d. i. bis zu 1,5^m und weniger. Denn ein Drehgestelle, welches nur von einem Punkte aus von Zug- und Druckkräften bewegt wird, hat gewissermassen keine eigene Richtung; dessen beide Achsen kommen niemals in die Lage, mit bedeutender Kraft in entgegengesetztem Sinne nach der Seite zu streben. Das Drehgestelle stellt sich mit Leichtigkeit in jede Kurve ein und ist eine Entgleisung aus den hier in Rede stehenden Gründen ausgeschlossen. Ein selbstständig im Zuge laufendes 2-achsiges Fahrzeug wird dagegen entweder an 2 Punkten gezogen oder an 4 Punkten gedrückt, strebt also in jedem Falle dadurch nach einer gewissen Richtung. Dieses Bestreben muss das Fahrzeug nach der Richtung des Geleises korrigiren; dadurch aber drücken in der Regel Vorder- und Hinterachse in entgegengesetztem Sinne gegen das Geleise, wodurch eben am leichtesten eine Entgleisung entsteht. Dieser Gefahr kann nur mit einem genügend grossen Radstande begegnet werden. Es ist also bei einem solchen Fahrzeuge von vornherein einzusehen, dass der Radstand desselben vernünftigerweise immer erheblich grösser sein muss, als dessen Spurweite. Die Normalspur beträgt abgerundet 1,5^m; ein Radstand von 2^m würde bei geringer Länge des Oberkastens vielleicht hinreichen, erscheint jedoch für einen Wagen von zweckdienlicher Tragfähigkeit und dieser entsprechender grösseren Länge des Oberkastens unbedingt noch als zu gering. Wir haben daher als das erreichbare Minimum des Radstandes für unsere normalspurige Sekundärbahn 2,5^m angesehen und genügen dadurch zugleich dem wenn auch nicht obligatorischen Paragraphen 135 der »Vereinbarungen«, wonach für Güterwagen ein kleinerer Radstand als 2,5^m zu vermeiden ist.

Es ist sodann das Folgende zu erwägen: Eine Bahn, welche den in den »Vereinbarungen« noch gestatteten äussersten Kurvenradius von 180^m wirklich auf freier Strecke und zwar dazu in steilen Steigungen zeigt, ist die Semmeringbahn. Auf derselben dürfen noch Fahrzeuge von $3,5^m$ Radstand verkehren. Sagen wir, dass bei nicht allzustarken Steigungen der Radstand $= 3,6^m$ geeignet ist für die Durchfahung von 180^m -Kurven, so ist dies das Aeusserste, was Hauptbahnen in dieser Hinsicht leisten. Verkleinern wir diesen Radstand für die Sekundärbahn im Verhältnisse $3 : 2$, was uns als Richtschnur vorschwebt, so erhalten wir genau $2,4^m$. Diese Ermittlung stimmt mit der obigen hinreichend gut überein.

Wir setzen daher allgemein fest, dass sämtliche Fahrzeuge der Sekundärbahn keinen grösseren steifen Radstand als $2,5^m$ aufweisen. Alle 2-achsigen Fahrzeuge sollen diesen Radstand haben.

9. Minimalkurvenradius.

Wir wollen für die Sekundärbahn 3 verschiedene Minimalkurvenradien in Vorschlag bringen: 1) den in der Regel nicht zu überschreitenden Kurvenradius für die freie Strecke; 2) den in besonderen Fällen noch zulässigen kleineren Radius für die freie Strecke und 3) den Minimalkurvenradius für die Geleise und Weichen der Bahnhöfe.

ad 1) Um den für die freie Strecke noch tauglichen Minimalkurvenradius, welcher dem Radstande von $2,5^m$ entspricht, zu ermitteln, geben die im § 135 der »Vereinbarungen« niedergelegten Vorschriften über die erlaubte Grösse des Radstandes bei verschiedenen Kurvenradien wohl den einzigen, aber da die betreffenden Verhältnisse durch eine lange Reihe von Jahren erprobt sind, auch einen genügenden Anhalt. Setzt man die Kurvenradien den zugehörigen Radständen gegenüber und in eine dritte Reihe den Quotienten Kurvenradius : Radstand, so kann man daraus leicht ein Gesetz ableiten. Wenn wir die Kurven von über 600^m Radius weglassen, ergibt sich aus § 135:

Kurvenradius	Radstand	Quotient
250^m	$4,0^m$	62,5
300^m	$4,4^m$	68,2
400^m	$5,2^m$	77,0
500^m	$6,0^m$	83,0
600^m	$6,8^m$	88,0

Der Quotient Kurvenradius : Radstand ist also nicht eine konstante Grösse, sondern wird mit abnehmendem Radstande stetig kleiner. Vervollständigen wir obige Zusammenstellung noch durch Zufügung der auf der Semmeringbahn thatsächlich vorhandenen Verhältnisse, wo in Kurven von 180^m Radius noch Wagen von $3,5^m$ Radstand verkehren, so haben wir:

Kurvenradius	Radstand	Quotient
180^m	$3,5^m$	51,4

und entnehmen daraus mit Sicherheit, dass wir bei $2,5^m$ Radstand jenen Quotienten recht wohl auf die Zahl 40 verringern dürfen, welcher ein Radius der Kurven von 100^m entsprechen würde. Wir wünschen jedoch, bei der vorliegenden Bestimmung uns der Grenze des Möglichen nicht allzusehr zu nähern und bleiben bei dem Quotienten 48 stehen, welchem ein Kurvenradius für die freie Strecke von 120^m entspricht.

Es muss hervorgehoben werden, dass die obigen Kurvenradien der Hauptbahnen, aus welchen wir diejenigen für die Sekundärbahn abgeleitet haben, für Wagen mit dem gewöhnlichen Durchmesser der Räder $= 1,0^m$ gelten. Von sämtlichen Betriebsmitteln der Sekundärbahn haben jedoch nur die Lokomotiven einen Raddurchmesser von $1,0^m$, alle übrigen Fahrzeuge haben den Raddurchmesser $0,7^m$, was für die Befahrung enger Kurven noch besonders günstig ist.

Gehen wir zunächst zur Bestimmung des Minimalkurvenradius ad 3) über. Es genügt hierbei einen Radius zu bestimmen, welcher hinreichende Sicherheit gegen Entgleisen bei geringer Fahrgeschwindigkeit gewährt. Man hat für diesen Fall zur Berechnung des noch zulässigen Kurvenradius die Formel (Heusinger, Handb. II, pag. 25)

$$r = \frac{1}{s} (2 \rho m + t \sqrt{2 \rho m})$$

worin t = Radstand des Wagens,

s = der gesammte Spielraum der Spurkränze zwischen den Schienen in gerader Bahn,

ρ = Radius der Wagenräder,

m = Höhe der Spurkränze $= 0,025^m$ ist.

s ist $= 0,010 - 0,003 = 0,007$ zu setzen.

Führt man für m und s vorstehende Zahlen ein, so wird:

$$r = \frac{1000}{7} (0,05 \cdot \rho + t \cdot \sqrt{0,05 \cdot \rho})$$

Der Durchmesser der Räder sämtlicher Betriebsmittel mit Ausnahme der Lokomotiven soll $0,7^m$ sein, daher wird $\rho = 0,35^m$, und da ferner $t = 2,5^m$, so erhält man

$$r = 49,75 \text{ oder rund } 50^m.$$

Die Triebräder der Zugmaschinen sollen einen Durchmesser $= 1,0^m$ haben. Dafür ergibt obige Formel gerade 60^m . Wir wollen dieses Mass als Minimalradius für die Bahnhöfe annehmen.

Es bleibt noch die Bestimmung des Minimalradius ad 2) übrig; nemlich für Ausnahmefälle auf der freien Strecke, wo auch in der Regel noch eine ermässigte Geschwindigkeit einzutreten hätte. Wir wollen mit Rücksicht auf diese und auf die kleinen Raddurchmesser der Wagen noch unter die oben berechnete Grösse von 100^m herabgehen und als ausnahmsweisen Minimalradius das arithmetische Mittel aus den vorbestimmten Radien 120^m und 60^m , nemlich 90^m festsetzen.

Wir haben somit folgende Bestimmungen über die Minimalkurvenradien unserer Sekundärbahn:

- 1) für die freie Strecke in der Regel nicht zu überschreiten $r = 120^m$.
- 2) für die freie Strecke ausnahmsweise zu gestatten $r = 90^m$.
- 3) für die Bahnhöfe $r = 60^m$.

C. Vorbereitende Feststellungen für die Entwürfe der Betriebsmittel.

Nachdem wir im Seitherigen die ersten und allgemeinen Grundlagen für unser System von Sekundärbahnen festgestellt haben, gehen wir nunmehr im besonderen zu denjenigen Feststellungen über, welche im engsten Zusammenhange mit den Projekten für die Betriebsmittel der Sekundärbahn stehen und welche der Aufstellung dieser Entwürfe vorausgehen müssen. Diese Feststellungen sind für uns sehr wichtige, indem gerade dieselben unserem Bahnsysteme sehr wesentliche Eigenschaften verleihen. Zwei dieser Art haben wir bereits im Vorhergehenden vorausnehmen müssen, nemlich dass der Radstand aller Fahrzeuge = $2,5^m$ und der Durchmesser aller Wagenräder = $0,7^m$ sei. Hierüber wird später noch weiter gehandelt werden. Wenden wir uns vorerst zu einer anderen Frage.

10. Normalvollprofil und Normallichtprofil.

Zunächst ist es unsere wichtigste Aufgabe, eine möglichst bedeutende Reduktion des Normalvollprofils und dadurch auch des Normallichtprofils anzubahnen. Unter Normalvollprofil oder Normalladeprofil verstehen wir hierbei diejenige Figur, welche die beladenen oder unbeladenen Fahrzeuge der Bahn, Lokomotiven wie Wagen, nach der Quere der Bahn noch gerade ausfüllen dürfen. Durch Vermehrung des Normalvollprofils um die nöthige Saumfläche für Spielraum ergibt sich das Normallichtprofil oder Normaldurchfahrtsprofil, bis zu welchem sich die seitlichen Anbauten und die Ueberbauten der Bahn noch gerade und wirklich erstrecken dürfen.

11. Weglassung der erhöhten Schaffner- und Bremsersitze.

Als Ausgangspunkt dient das Normallichtprofil der Hauptbahnen des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Die Höhe dieses Profils lässt sich sofort sehr energisch reduzieren durch die grundsätzliche Weglassung der erhöhten Schaffner- und Bremsersitze. § 134 der »Vereinbarungen« schreibt vor, dass die äussere Fläche der Wagendecken nicht mehr als $3,76^m$ über den Schienen hoch sein, dass die höchsten Punkte der erhöhten Schaffnersitze aber bis $4,57^m$ über Schienenoberkante reichen dürfen. Durch Weglassung der erhöhten Schaffnersitze würde sich somit die Höhe des Normallichtprofils ohne weiteres um $0,81^m$ vermindern. Die Lokomotiven würden sich gleichfalls dieser Bedingung sehr leicht anfügen lassen. Es fragt sich nur: Können die erhöhten Schaffner- und Bremsersitze überhaupt entbehrt werden, und unter welchen Bedingungen kann dies geschehen? Fragen wir zuvor: Aus welchen Gründen ist die Aufbringung der erhöhten Schaffner- und Bremsersitze auf die Dächer der Wagen bei den Hauptbahnen eingeführt und wird dieselbe noch immer beibehalten? Die Gründe hierfür sind unseres Erachtens folgende:

- 1) Ermöglichung der Uebersicht der Zugbeamten über alle Theile des Zuges;
- 2) Ermöglichung von gegenseitigen Mittheilungen der Zugbeamten unter einander;

3) Die Möglichkeit der direkten Beobachtung der Bahnsignale durch das gesamte Zugpersonal;

4) Der Wunsch, die Schaffner und Bremser auf eine wohlfeile Art unterzubringen und ähnliche untergeordnete Rücksichten.

Der Zweck ad 1) wird durch die erhöhte Anbringung der Schaffner- und Bremersitze bei Tage und einigermaassen guter Witterung sehr gut erreicht, indem das äussere Verhalten sämtlicher Fahrzeuge im Zuge von den Zugbeamten vollständig übersehen werden kann; bei Nacht aber, bei Nebel, Schneegestöber und starkem Regen am Tage, und bei mässigem Nebel, Schnee und Regen in der Dämmerung kann dieser Zweck entweder gar nicht oder nicht genügend mehr erfüllt werden: es können sich Theile des Zuges ablösen, ohne dass dies auf den einzelnen getrennten Theilen mit dem Auge bemerkt werden kann; es kann ein Wagen entgleisen und eine lange Strecke mit dem Zuge weiter springen, es kann die Achse eines Wagens brechen und dieser mit dem Zuge weitergeschleift werden, ohne dass der Schaffner oder Bremser etwas davon sehen oder sonst bemerken kann. Was im Inneren der Wagen vor sich geht, entzieht sich aber selbstredend vollständig der unmittelbaren und in den meisten Fällen überhaupt jeder Wahrnehmung der auf ihren erhöhten Plätzen befindlichen Zugbeamten. Es kann sich in einem Wagen der Keim verzehrenden Feuers entwickeln, es können einzelne Reisende in schweren Krankheitsanfällen liegen, es kann sich Beraubung und Ermordung einzelner Reisender unter ihm ereignen, ohne dass der Schaffner oder Bremser eine Ahnung davon hat — er der einzige, welcher bei dem auf unseren Bahnen üblichen Koupéwagensystem dem Zugführer und Maschinenführer oder anderen Beamten und Reisenden Mittheilung machen und dadurch Hülfe bringen kann.

Der Zweck ad 2) wird gleichfalls nur unter denselben Verhältnissen, wie der ad 1) gut erreicht und es steigern sich in Folge davon die Gefahren, welche die unvollständige Erreichung des Zweckes ad 1) in sich schliesst, sehr bedeutend.

Der Zweck ad 3) wird allerdings durch die Verlegung der Schaffner- und Bremersitze auf die Wagendächer jederzeit so gut, wie nur denkbar möglich, erreicht. Denn sowohl optische als akustische Signale von der Bahn und den Stationen etc. aus werden hier stets am besten und frühesten bemerkt. Dieser Umstand, dass das gesamte Zugpersonal jederzeit von dem Stande der Verhältnisse zwischen Zug und Bahn unterrichtet sein kann, ist freilich eine sehr erwünschte, jedoch in diesem Umfange keineswegs nothwendige Sache. Wenn der Maschinenführer und dessen Gehülfe auf der Maschine und der Zugführer mit einem assistirenden Schaffner auf dem ersten Wagen die Bahnsignale fortwährend zu beobachten verpflichtet sind, so dürfte dies für alle Fälle vollständig genügen und würde es des weiteren nur nöthig sein, die die Bremsen bedienenden Schaffner und Bremser durch die Lokomotivpfeife von ihren Obliegenheiten zu unterrichten. Sollte in besonderen Fällen und für sehr lange Güterzüge die Dampfpeife nicht ausreichen, so können die Signale durch Signalhörner, Pfeifen oder Glocken gegeben und von Stelle zu Stelle weitergetragen werden. Die Beibehaltung der erhöhten Schaffner- und Bremersitze aus dem zuletzt behandelten Gesichtspunkte erscheint daher durchaus nicht nothwendig.

Wir haben ad 4) noch einen vierten Gesichtspunkt für die Beibehaltung der erhöhten Schaffner- und Bremersitze auf den Wagen der Hauptbahnen angeführt, welcher vielleicht nicht gerne zugegeben wird, aber in der That wohl von Einfluss

sein mag. Man weiss bei unserer gegenwärtigen Einrichtung der Wagen und Züge nicht recht, wohin anders man mit den Schaffnern und Bremsern auf dem Zuge soll. Indem man dieselben auf die Dächer der Wagen setzt, glaubt man sie auf die wohlfeilste Art unterzubringen. Man braucht denselben alsdann nicht Plätze unter den Reisenden anzuweisen oder gar für dieselben am Ende der mit Bremse versehenen Güterwagen eine besondere Plattform, welche natürlich eine Verlängerung des Tragrahmens des Wagens bedingt, anzubringen. Oder wünscht man vielleicht auf diese Weise die Bremskurbel mit Sicherheit den Händen Unbefugter zu entziehen? oder wünscht man das Zugpersonal in einer angemessenen Isolirung von den Reisenden zu halten, damit dessen Aufmerksamkeit nicht gestört werde und dasselbe fortwährend um so mehr seinen Obliegenheiten und dem Zugführer zur Verfügung stehe? Es können alle diese Gründe als untergeordnete für Beibehaltung der erhöhten Sitze für die Zugbeamten mitsprechen, als entscheidende Gründe hierfür aber gewiss nicht.

Als gewichtige Gründe zu Gunsten der Beibehaltung der erhöhten Schaffner- und Bremsersitze können nur die ad 1) und 2) aufgeführten gelten: nemlich Ermöglichung der Uebersicht und Kontrolle der Zugbeamten über die ihrer Obhut anvertrauten Wagen und Ermöglichung von Mittheilungen der Zugbeamten untereinander und nach dem Zug- und Maschinenführer hin. Wir haben gesehen, dass diese Zwecke durch die in Hinsicht auf die Höhe des Normallichtprofils in letzter Stelle so kostspieligen Sitze nur unvollständig erreicht werden und es wirft sich die weitere Frage auf: auf welche andere Weise werden die angegebenen Zwecke auf eine unter allen Umständen sichere und vollständige Weise erreicht? Es gibt auf diese Frage nur die einzige befriedigende Antwort: Durch Einführung des sogenannten Interkommunikations- oder Durchgangsystems für die Wagen. Legen wir dar, wie wir uns ein solches Interkommunikationssystem eingeführt denken, und zwar, wohlgemerkt, vorläufig nur für die Hauptbahnen eingeführt denken.

12. Einführung des Interkommunikations-systems für die Wagen.

Das System der Züge mit »Durchgang« erfordert, dass sämtliche Personen-, Gepäck- und Postwagen mit Durchgang eingerichtet sind. Die Güterwagen dagegen sind selbstredend nicht mit Durchgang eingerichtet. Sämtliche Personen- und Postwagen sind nur an den Stirnseiten der Wagen mit Thüren versehen und an jeder Stirn mittelst einer Plattform, zu welcher kleine Treppen führen, zugänglich, Seitenthüren und Trittbretter kommen in Wegfall; ganz dasselbe findet auch bei den Gepäckwagen statt, nur haben diese an jeder Seite eine Rollthüre für das Ein- und Ausladen des Gepäcks. Sämtliche Güterwagen mit Bremse haben eine mässige Plattform an einer Stirnseite, woselbst sich die Bremskurbel und der Stand des die Bremse bedienenden Beamten befindet.

Die reinen Personenzüge (Schnell- wie Lokalzüge) müssen beim Durchgangssystem so geordnet sein, dass man vom ersten Wagen hinter der Maschine an durch sämtliche im Zuge befindliche und mit Reisenden zu besetzenden Personenwagen bis zum letzten hindurchgehen kann. In gemischten Zügen müssen die zu besetzenden Personen-, Gepäck- und Postwagen in einer ununterbrochenen Reihenfolge zunächst hinter der Maschine geordnet sein, hierauf erst dürfen sich die Güter-

wagen anschliessen. Auf die reinen Güterzüge oder den Theil der gemischten Züge, welcher die Güterwagen enthält, hat das Durchgangssystem direkt keinen Einfluss, indem die Güterwagen nicht für Durchgang eingerichtet sind, indirekt hat es jedoch insofern Einfluss, als die erhöhten Schaffner- und Bremsersitze durchgehends entfernt sind und daher auf die Verbindung des Zugpersonals untereinander eine besondere Rücksicht zu nehmen ist. Diese besteht lediglich darin, darauf zu achten, dass die besetzten Bremsen in möglichst gleichen Abständen durch den Zug vertheilt sind.

Als Signale für die Signalisirung auf dem Zuge, d. h. als Zugsignale dienen:

- 1) Die Dampfpfeife der Maschine,
- 2) ein Horn-, Pfeifen- oder Glockensignal, welches jeder Zugbeamte an der von ihm besetzten Stelle abzugeben im Stande ist.

Erstere dient allein dazu, die Befehle des Zugführers den Schaffnern und Bremsern mitzutheilen. Letzteres dient in erster Linie dazu, Mittheilungen von Seiten der Schaffner und Bremsen an den Zugführer gelangen zu lassen, in zweiter Linie um der Dampfpfeife in besonderen Fällen und bei bedeutender Länge des Zuges durch Weitertragen des Signals zu Hülfe zu kommen. Der Dienst der Zugbeamten auf dem fahrenden Zuge wird in folgender Weise geordnet:

Die die Bahnsignale beobachtenden Zugbeamten befinden sich bei allen Arten von Zügen am Kopfe des Zuges, und zwar erstens auf der Maschine, es sind der Maschinenführer und dessen Gehülfe, und zweitens im ersten hinter der Maschine laufenden Wagen, nemlich der Zugführer und dessen Assistent oder dessen Assistenten. Nur diese wenigen eigens dazu bestimmten, je nach Befund und Wichtigkeit in grösserer Anzahl vorzusehenden Beamten sind dazu verpflichtet, die Bahnsignale zu beobachten. Die übrigen Beamten haben ihre Aufmerksamkeit nur den von dem Zugführer und von den ihnen zunächst befindlichen Beamten zukommenden Signalen, sowie dem Zustande der ihnen überwiesenen Wagen und eventuell den darin befindlichen Reisenden zuzuwenden. Auf allen Arten von Zügen geschieht der Verkehr zwischen Zugführung und Maschinenführung aus nächster Nähe mündlich oder durch Zeichen. Der Verkehr zwischen der Zugführung und den übrigen Zugbeamten (ausgenommen die Maschinenführung) findet, je nachdem die Züge reine Personenzüge, reine Güterzüge oder gemischte Züge sind, in verschiedener Weise statt:

Auf reinen Personenzügen gibt der Zugführer seine Befehle in der Regel nur durch die Dampfpfeife der Maschine an die Schaffner und Bremsen, ausnahmsweise kommen unter besonderen Verhältnissen und bei sehr langen Zügen die Horn-, Pfeifen- oder Glockensignale der letzteren der Dampfpfeife zu Hülfe. Vielfach dürfte aber in diesem Falle ein mündlicher Verkehr durch Uebergang von einem Wagen zum andern zweckdienlicher sein. Mittheilungen der Schaffner und Bremsen nach dem Zugführer können ebenfalls durch Horn-, Pfeifen- oder Glockensignale geschehen, werden jedoch gleichfalls in vielen Fällen am besten durch mündliche Meldung, indem der Meldende nach vorne geht, mitgetheilt.

Auf reinen Güterzügen ist der Verkehr zwischen der Zugführung und den die Bremsen besetzenden Beamten ausschliesslich auf Signale angewiesen. Denn der Beamte, welcher die Bremse eines in einer Reihe von Güterwagen laufenden Bremsgüterwagens bedient, ist natürlich auf seinen Platz gebunden, er kann während

der Fahrt seinen Wagen nicht verlassen, erhält Befehle und Mittheilungen nur auf akustischem Wege und kann sich seinerseits ebenfalls nur auf diesem Wege mittheilen. Für die ihm vom Zugführer zugehenden gewöhnlichen Weisungen, wie »Bremsen anziehen«, »Bremsen loslassen« genügt in der Regel die Dampfpfeife, nur in Ausnahmefällen und bei sehr grosser Länge des Zuges tritt noch ausserdem das Horn-, Pfeifen- oder Glockensignal der nachfolgenden Zugbeamten ein. Ein bei einem Zuge von Güterwagen besonders wichtiges Erforderniss ist noch, dass der Zugführer in der Lage sei, jeden Augenblick zu kontrolliren, ob der ganze Zug noch vollständig ist. Es muss in diesem Falle ein vom Zugführer ausgehendes Signal von Stelle zu Stelle laufen bis zur letzten besetzten Bremse, hierauf die Antwort in der gleichen Weise nach vorn zurückkehren. Sodann muss jeder Bremser im Stande sein, ein von ihm selbst ausgehendes Signal, von Stelle zu Stelle weiter laufend, nach vorn geben zu können. Die für diese sämtlichen Zwecke erforderlichen Signale sind jedoch nur einige wenige. Dieselben sind mittelst des Signalhorns, der Signalpfeife oder der Signalglocke zu geben, da diese Signale bei der bei uns üblichen reichlichen Besetzung der Züge mit Zugbeamten vollständig hinreichend und sicher erscheinen.

Auf gemischten Zügen, deren vorderer Theil ausschliesslich als Personenzug mit Durchgang und deren anderer Theil als Güterzug erscheint, wird für den ersteren Theil der Zugdienst, wie auf reinen Personenzügen, für den letzteren Theil wie auf reinen Güterzügen gehandhabt.

Wir haben somit gezeigt, wie wir uns das Interkommunikationssystem auf unseren Hauptbahnen eingeführt denken würden und wir glauben damit hinreichend bewiesen zu haben, dass die Abschaffung der erhöhten Schaffner- und Bremsersitze unter Einführung des Interkommunikationssystems für die Personenzüge und einer tüchtigen akustischen Zugsignalisirung für die Güterzüge durchaus keinem Bedenken unterliegt.

Selbstverständlich liegt es uns hier ferne, für die Einführung des Durchgangsystems auf den Hauptbahnen eintreten zu wollen, obgleich es einleuchtend ist, dass die Reduktion der Höhe des vorgeschriebenen Normallichtprofils um rund 1 Meter, welche sich in Folge davon ohne weiteres erreichen lässt, von ganz ausserordentlichem Vortheile sein wird; von den übrigen Vorzügen des Durchgangsystems ganz zu schweigen. Wir haben vielmehr, indem wir die Möglichkeit und die Vortheile der Einführung des Durchgangsystems unter gleichzeitiger Abschaffung der erhöhten Schaffner- und Bremsersitze nachwiesen, nur die Durchführung dieser beiden Grundsätze für Sekundärbahnen und insbesondere für unser Sekundärbahnssystem empfehlen wollen. Für letzteres liegen infolge der festgesetzten geringen Fahrgeschwindigkeit und geringen Länge der Züge die Verhältnisse noch ausserordentlich viel günstiger, als für die Hauptbahnen. Wir legen daher das Durchgangssystem mit aller Entschiedenheit für unsere Sekundärbahn zu Grunde, und die erhöhten Schaffnersitze kommen in Wegfall. Die die Bremsen bedienenden Beamten befinden sich bei den Personenwagen auf den zum Einsteigen dienenden Plattformen, bei den Güterwagen auf eigens für diesen Zweck vorzusehenden Plattformen, der Zugführer findet eine Stelle in dem, nicht über dem ihm bestimmten Wagen — über die für unsere Sekundärbahnen in Aussicht genommene besondere Eigenthümlichkeit, dass unter gewissen Umständen die Maschine inmitten des Zuges fährt, wird später noch Weiteres

gesagt werden —, alle aus einem vollständig durchgeführten Durchgangssystem folgenden Anforderungen hinsichtlich der Konstruktion der Wagen u. s. f. müssen erfüllt werden.

Wir gewinnen dadurch für das Normallichtprofil nicht nur eine sehr kräftige Herabminderung der Höhe, verglichen mit dem Normallichtprofile der Hauptbahnen, sondern auch eine bedeutende Minderung desselben in der Breite; denn es kommt hierdurch auch der im Normallichtprofile der Hauptbahnen für den mit Gefahr seines Lebens auf dem Trittbrette des Koupéwagens einhergehenden Schaffner — wohltonender sagt man: um das Aufgehen der Koupéthüren zu ermöglichen — vorgesehene Raum in Wegfall.

13. Auflagerung des Wagens zwischen den Rädern.

Wenden wir uns insbesondere der Herabminderung der Breite des Normalvoll- und Normallichtprofiles zu. Aus dem soeben angeführten Grunde führt schon die Annahme des Durchgangsystems für die Wagen die Möglichkeit einer Verminderung der Breite des Normallichtprofils mit sich. Da jedoch ohne Rücksicht auf die aufgehenden Seitenthüren die Breitenmasse der Personenwagen kleiner sind, als diejenigen der Güterwagen, so sind letztere hier massgebend. Diese äussere Breite für die Güterwagen der Hauptbahnen beträgt rund 3,0 Meter, die Breite des Normallichtprofils aber 4,0 Meter, bleibt zu beiden Seiten ein Spielraum von 0,5^m, welcher ohne die obenerwähnte Rücksicht auf die Koupépersonenwagen überflüssig gross erscheint, es würden 0,3^m dafür vollständig genügen. Demzufolge würden an der gesamten Breite des Normallichtprofils 0,4^m zu ersparen sein. Diese Herabminderung genügt uns jedoch nicht. Um eine kräftige Minderung der Breite aller Betriebsmittel herbeizuführen, ist es nothwendig, die Unterstützung des Untergestelles durch über die Aussenseite der Räder herausragende Achsschenkel aufzugeben und jenes dafür durch innerhalb der Räder liegende Theile der Achse, durch Halszapfen innerhalb der Räder, zu unterstützen. Die Stütz- und Federebenen werden also nach innen zwischen die Räder verlegt.

14. Die Herabminderung der Breite der Wagen wird durch die Buffer begrenzt.

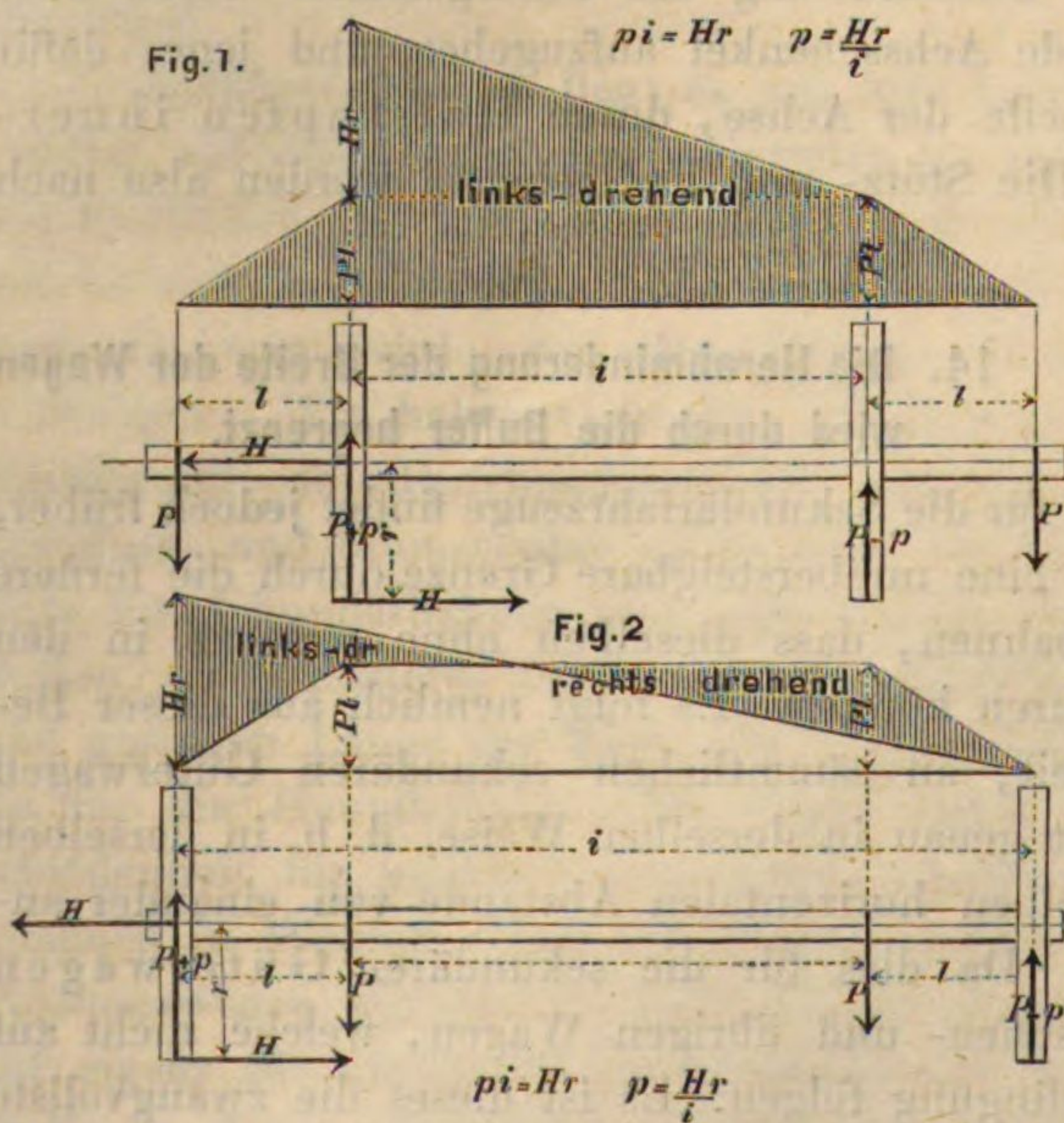
Diese Herabminderung der Breite für die Sekundärfahrzeuge findet jedoch früher, als man es vielleicht wünschen möchte, eine unübersteigbare Grenze durch die fernere Grundbedingung für unsere Sekundärbahnen, dass dieselben ohne weiteres in den Zügen der Hauptbahnen müssen verkehren können. Es folgt nemlich aus dieser Bedingung unmittelbar die Nothwendigkeit, an sämtlichen sekundären Güterwagen die Buffer genau oder doch fast absolut genau in derselben Weise, d. h. in derselben Höhe über den Schienen und in demselben horizontalen Abstände von einander anzubringen, wie bei den Hauptbahnen. Da dies für die sekundären Güterwagen nothwendig ist, müssen auch alle Personen- und übrigen Wagen, welche nicht auf die Hauptbahnen übergehen, dieser Bedingung folgen. Es ist dieses die zwangvollste Bedingung, welche überhaupt dem Bau der Wagen für die Sekundärbahn auferlegt wird, eine Bedingung, von welcher der ganze Bau des Wagenkastens ausgehen muss, da sich diese Anordnung der Buffer in keiner Weise umgehen lässt. Man hat diesem

Umstände seither überall eine bei weitem zu geringe Wichtigkeit beigelegt, man hat desselben bei Besprechung von Sekundärbahnen mit normaler Spur meist gar nicht oder doch nur beiläufig erwähnt; man glaubte den Sekundärfahrzeugen ihr eigenes Buffersystem, wo möglich ein Einbuffersystem, geben und für den Verkehr unter den Fahrzeugen der Hauptbahnen ein irgendwie gestaltetes Zwischenglied vorsetzen zu können. Geht man jedoch wirklich zum Entwürfe eines Güterwagens für die Sekundärbahn mit allem Zubehör über, so zeigt es sich bald, dass derartige Vermittlungsglieder 1) nur mit grossen Kosten herzustellen sein würden, dass dieselben 2) niemals hinreichend widerstandsfähig gegenüber dem auf unseren Hauptbahnen gehandhabten Rangirverfahren ausfallen würden und 3) nur mit einer höchst störenden Umständlichkeit würden vorgesetzt und abgenommen werden können. Es bleibt bei einer ernsthaften Prüfung dieser Frage nur die einzige Lösung übrig, das Buffersystem der Hauptbahnen, vorzüglich, was dessen Stellung anbelangt, unverändert bei den Sekundärbahnen einzuführen.

Es wird also die Annahme dieses Grundsatzes den Bau der Wagen wesentlich bedingen; und es wäre ohne Zweifel verkehrt, die gesammte äussere Breite der Wagenkasten geringer zu bemessen, als die grösste Breitenausdehnung, welche die zwei Bufferscheiben am Kopfe des Wagens noch erreichen; denn diese muss ohnehin doch für das Normallichtprofil massgebend sein. Ehe wir uns der Beschreibung des von uns entworfenen Normalgüterwagens zuwenden, wollen wir kurz auf die Abmessungen, welche den Rädern und Achsen zu geben sind, etwas näher eingehen.

15. Berechnung der Normal-Wagenachse. Durchmesser der Achse und der Halszapfen.

In den Figuren 3 und 4 auf S. 20 sind eine Hauptwagenachse und eine Sekundärwagenachse mit Rädern nebeneinander gestellt und graphische Darstellungen der in beiden Achsen auftretenden Biegemomente beigelegt. Bevor wir jedoch zur genaueren Berechnung und Vergleichung derselben übergehen, dürfte es sich empfehlen, unter Zuhülfenahme der Figuren 1 und 2 festzustellen und zu vergleichen, wie im allgemeinen zwei Achsen beansprucht werden, welche mit je zwei gleichen Vertikallasten P belastet, an zwei symmetrisch entweder innerhalb oder ausserhalb der Kräfte P gelegenen Punkten unterstützt sind und noch von einem Kräftepaar, bestehend aus den Kräften H am unteren Rande des Rades und in der Mitte der Achse, welche um den Hebelarm r von einander abstehen, angegriffen sind; im ersten Falle (Fig. 1) befinden sich die stützenden Räder innerhalb und die nach abwärts gerichteten lothrechten Kräfte P ausserhalb,



im zweiten Falle (Fig. 2) letztere Kräfte inwendig, aber die Räder ausserhalb. Die Halbmesser der Räder, welche zugleich die Hebelarme der Kräftepaare Hr sind, haben in beiden Fällen die gleiche Grösse r , ebenso ist die Gesamtlänge der Achsen in beiden Fällen gleich und endlich sollen die Abstände l zwischen Rad und der nächsten Vertikalkraft P beidemale gleich gross sein.

Beide Achsen zeigen eine höchst wesentliche Verschiedenheit hinsichtlich der Grösse der auftretenden Bieugungsmomente. Die Figuren der von den lothrechten Kräften P herrührenden Momente sind freilich in beiden Fällen genau gleich. Diese Momente beginnen an den äusseren Lastpunkten mit Null und wachsen in linearem Verhältnisse bis zu den inneren Lastpunkten an, wo das von P herrührende Moment seinen grössten Werth $= Pl$ erreicht, welcher sodann in dem ganzen mittleren Stück der Achse konstant bleibt. Der Hinzutritt der Horizontalkräfte H bewirkt jedoch sehr bedeutende Verschiedenheit. Im ersten Falle nemlich, wo die Stützen inwendig liegen, dreht das äussere Moment Hr in demselben Sinne, wie das von P herrührende Moment, es muss also die Achse der Summe beider Momente widerstehen. Anders im zweiten Falle: hier dreht das von P herrührende Moment in dem Hr entgegengesetzten Sinne; somit ist hier das Bieugungsmoment gleich der Differenz der von P und von H herrührenden Momente. Es ist einleuchtend, dass im letzteren Falle die absoluten Grössen der Bieugungsmomente viel kleiner ausfallen müssen, als im ersteren Falle, dass also die Inanspruchnahme der Achse im letzteren Falle eine weit vortheilhaftere sein wird.

In Fig. 1 lässt sich der gesonderte Einfluss von P und H auf die Grösse des Gesamtbieugungsmomentes recht gut unterscheiden. In dem mittleren, zwischen den Stützpunkten (Rädern) befindlichen Theile der Achse verursacht, wie schon bemerkt, P das konstante Moment Pl , dieses nimmt sodann nach den äusseren Lastpunkten im linearen Verhältnisse bis auf Null ab. Der Einfluss von H beginnt in dem linken Stützpunkte mit Hr und nimmt nach dem rechten hin bis auf Null ab. Sämmtliche vorkommende Momente drehen in gleichem Sinne, sind linksdrehend, und die Grösse des gesammten an jeder Stelle auftretenden Momentes setzt sich aus der Summe der beiden von P und H herrührenden Momente zusammen; das grösste vorkommende Bieugungsmoment befindet sich über dem linken Stützpunkte, d. h. in der Nabe des linken Rades und beträgt $Pl + Hr$. In Figur 2 finden wir das grösste Bieugungsmoment über dem linken Stützpunkte (Nabe des Rades), dasselbe ist linksdrehend und $= Hr$; das von H herrührende Moment nimmt in linearem Verhältnisse nach dem entgegengesetzten Stützpunkte hin bis Null ab. Diese Momente werden an jeder Stelle um das von P herrührende rechtsdrehende Moment vermindert, so dass das übrigbleibende, also das in Betracht kommende Bieugungsmoment anfangs linksdrehend von Hr nach einer gebrochenen Begrenzungslinie bis Null abnimmt, sich sodann, indem der Einfluss von P überwiegt, in rechtsdrehendes Moment verwandelt, welches über dem rechten Lastpunkte seinen grössten Werth — absolut genommen den zweitgrössten Werth des Bieugungsmomentes — erreicht. Vergleicht man die im ersten und zweiten Falle vorkommenden absolut grössten Werthe des Bieugungsmomentes: $Pl + Hr$ und Hr , so ist es einleuchtend, dass für Achsen, welche von bedeutenden Horizontalkräften in der angegebenen Weise angegriffen werden, die zweite Anordnung ausserordentlich viel vortheilhafter ist, als die erste. Jene ist aber die für unsere Sekundärbahn beabsichtigte, diese die bei den Hauptbahnen eingeführte und nothwendige.

Die Figur 3 gibt uns die Achse eines zweiachsigen Hauptbahnwagens von 200 Z Tragfähigkeit, Figur 4 die Achse eines zweiachsigen für die gleiche Tragfähigkeit bestimmten Sekundärbahnwagens. Gegenüber den in der vorausgeschickten Betrachtung gemachten Annahmen haben wir bei dem nunmehr anzustellenden Ver-
gleiche noch weiter zu berücksichtigen, dass der Abstand l für beide Achsen nicht

Fig. 3.

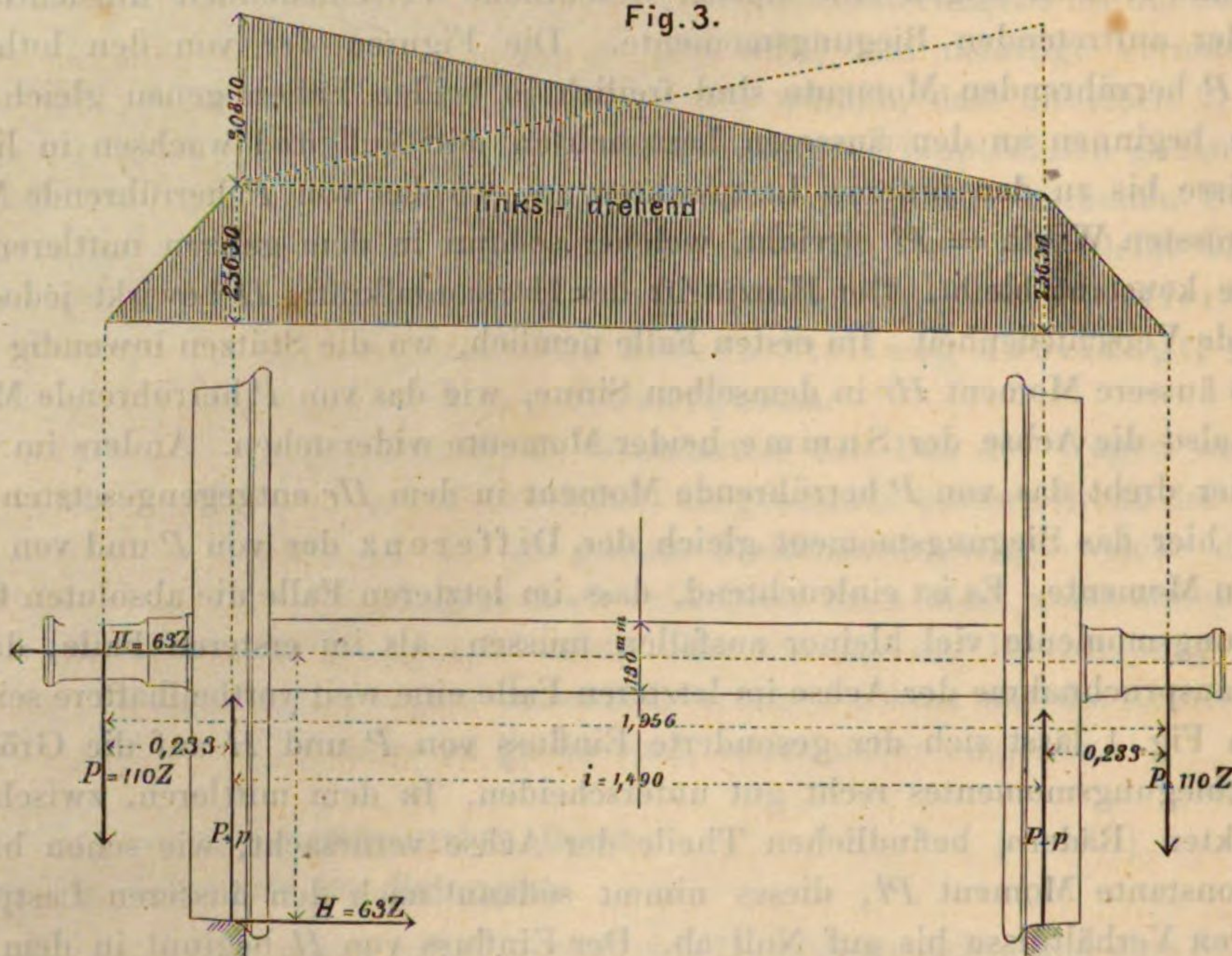
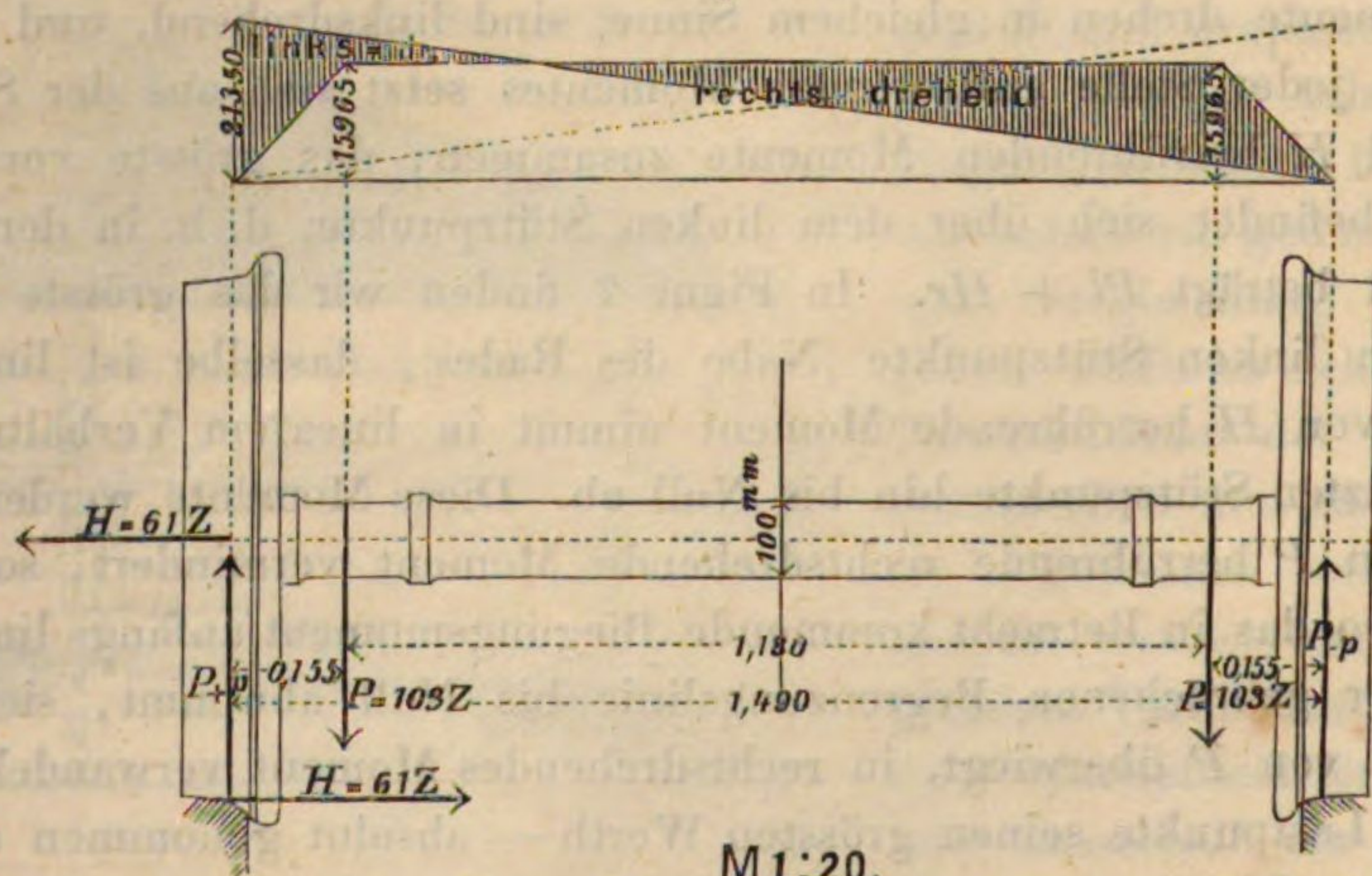


Fig. 4.



M 1:20.

mehr der gleiche, dass ferner der Durchmesser der Räder, also der Hebelarm der Horizontalkraft, verschieden und auch die Grösse der Belastung P in beiden Fällen nicht ganz die gleiche ist, indem das Eigengewicht einschliesslich der Achsen für einen Hauptbahnwagen etwas grösser ist, als für den Sekundärwagen zu erwarten steht. Es beträgt das gesammte Gewicht Q eines 200-Z-Wagens der Hauptbahn $= 320 Z$, für die Sekundärbahn $300 Z$; l für die Achse der Hauptwagen $= 233 \text{ mm}$,

für die Achse der Sekundärwagen = 155 mm, der Halbmesser der Räder beziehentlich 490 mm und 350 mm.

Berechnen wir die Momente Pl und Hr für beide Fälle.

Zur Berechnung von P und H bedienen wir uns der von A. Wöhler in Heusinger's Handbuch Kapitel III gegebenen Formeln. Darnach wird

$$P = \frac{11}{32} Q$$

Für H setzen wir die Summe sämtlicher möglicher Weise gleichzeitig unten am Spurkranze des Rades auftretenden Seitenkräfte, diese ist nach pag. 104 der angeführten Stelle

$$H = \frac{11}{6} \sqrt{Q} + \frac{Q}{16} + 10$$

Es beträgt sonach

für die Hauptbahnwagenachse

$$P = \frac{11}{32} \cdot 320 = 110 \text{ Z}$$

$$H = \frac{11}{6} \cdot \sqrt{320} + \frac{320}{16} + 10 = 63 \text{ Z}$$

$$Pl = 110 \cdot 233 = 25630 \text{ mm Z}$$

$$Hr = 63 \cdot 490 = 30870 \text{ mm Z}$$

für die Sekundärbahnwagenachse

$$P = \frac{11}{32} \cdot 300 = 103 \text{ Z}$$

$$H = \frac{11}{6} \sqrt{300} + \frac{300}{16} + 10 = 61 \text{ Z}$$

$$Pl = 103 \cdot 155 = 15965 \text{ mm Z}$$

$$Hr = 61 \cdot 350 = 21350 \text{ mm Z}$$

In der graphischen Darstellung der Bieugungsmomente in den Figuren 3 und 4 ist die Grösse von 2000 Millimeterzentner = 1 mm gesetzt, und geben die Lothrechten in den schraffirten Flächen den wirklichen Grössen der Momente proportionale Längen an. Die grösste vorkommende Anspruchnahme der Hauptwagenachse — welche in der Nabe des Rades stattfindet — ist $Pl + Hr = 56500 \text{ mm Z}$; die grösste der Sekundärwagenachse, gleichfalls in der Nabe stattfindend, ist $Hr = 21350 \text{ mm Z}$. Das Verhältniss beider Maximalmomente ist rund wie 2,6 zu 1, ein für die Sekundärwagenachse ganz ausserordentlich günstiges Verhältniss.

Die Berechnung des für die Sekundärwagenachse erforderlichen Durchmessers geschieht in der folgenden Weise. Ist k die Beanspruchung des Achsenmaterials in Zentnern pro $\square^{\text{mm}}$, d der Durchmesser der Achse in Millimetern, so hat man für die Hauptwagenachse

$$\frac{\pi d^3 k}{32} = Pl + Hr = 56500$$

und

$$k = \frac{32 \cdot 56500}{\pi d^3}$$

Setzt man für d denjenigen Werth ein, welcher nach den »Vereinbarungen« der hier in Rede stehenden Belastung der Achse entspricht, nemlich 130 mm, so erhält man

$$k = 0,26195 \text{ oder}$$

$$\text{rund } k = 0,26 \text{ Zentner pro } \square^{\text{mm}}.$$

Es ist dies die Spannung, welche wir auch bei Berechnung der schmiedeeisernen Sekundärwagenachse zu Grunde legen dürfen. Für diese wird

$$\frac{\pi d^3 k}{32} = Hr = 21350$$

und da $k = 0,26$

$$d = \sqrt[3]{\frac{21350 \cdot 32}{\pi \cdot 0,26}} = 94,2196$$

oder rund $d = 95 \text{ mm}$.

Wenn man berücksichtigt, dass die Sekundärwagenachsen einer erheblich geringeren Geschwindigkeit ausgesetzt werden, als für die gleiche Belastung auf Hauptbahnen noch zulässig ist, so ist der berechnete Durchmesser ein reichlich hinreichender.

Wenn wir trotzdem den Durchmesser der schmiedeisernen Sekundärwagenachse auf

$$d = 100^{\text{mm}}$$

festgesetzt haben, so ist damit eine Zugabe für Abnutzung an den Halszapfen inbegriffen und eine für alle Fälle ausreichende Sicherheit gegeben.

Bei Anwendung von Gussstahlachsen gilt nach den »Vereinbarungen« die Regel, dass wenn an Stelle der schmiedeisernen Achse eine gussstählerne von gleichen Abmessungen genommen wird, die Belastung um 20 %, d. i. $\frac{1}{5}$, erhöht werden darf. Setzt man in der Formel für H anstatt $Q = 300$ nun $Q = 250$ ein, indem $250 + \frac{1}{5} \cdot 250 = 300$ ist, so erhält man

$$H = \frac{11}{6} \sqrt{250} + \frac{250}{16} + 10 = 55$$

und

$$Hr = 55 \cdot 350 = 19250^{\text{mm}} \text{ Z}$$

und diesen Werth für Hr in die Formel für d eingeführt:

$$d = \sqrt[3]{\frac{19250 \cdot 32}{\pi \cdot 0,26}} = 91,023^{\text{mm}}$$

Mit Rücksicht auf Abnutzung der Halszapfen soll daher der Durchmesser der Gussstahlachsen $d = 95^{\text{mm}}$ betragen.

Es ist im allgemeinen vorausgesetzt, dass die Achsen der Sekundärwagen schmiedeiserne seien.

16. Grösse des zu erwartenden Zugwiderstandes der Wagen.

Untersuchen wir, welche Grösse der Zugwiderstände die vorstehend ermittelten Abmessungen der Räder und Achsen der Sekundärwagen erwarten lassen. Es kommen dabei nur die Zugwiderstände der Wagen in Betracht und zwar wesentlich nur der Widerstand auf gerader horizontaler Strecke. Mit Vernachlässigung des Luftwiderstandes, welcher bei den geringen Fahrgeschwindigkeiten der Sekundärbahn von unbedeutendem Einflusse ist, setzt sich jener zusammen aus

- 1) der Zapfenreibung der Achsschenkel oder Halszapfen in den Lagern,
- 2) der rollenden Reibung der Räder auf den Schienen,
- 3) dem durch die Unebenheiten der Bahn, insbesondere durch die Stösse der Schienen sich ergebenden Widerstande.

Für die Zapfenreibung ad 1) hat man die Formel:

$$W_z = f_z \cdot Q \frac{r}{R}, \text{ wobei}$$

r = Radius des Tragzapfens (Achsschenkels oder Halszapfens),

R = Radradius,

f_z = Reibungskoeffizient,

Q = Belastung des Tragzapfens,

W_z = auf den Umfang des Rades reduzierter Reibungswiderstand.

f_z beträgt bei Oelschmiere und Kompositionslager etwa $= \frac{1}{100}$; ferner beträgt:

für Hauptbahnen $\frac{r_1}{R_1} = \text{circa } \frac{1}{11} = 0,091$,

daher $W_z = 0,091 \cdot \frac{1}{100} = 0,00091$ der Gesamtlast,

für Sekundärbahnen $\frac{r_2}{R_2} = \frac{0,100}{0,700} = 0,143$,

daher $W_z = 0,143 \cdot \frac{1}{100} = 0,00143$ der Gesamtlast.

Darnach würde sich der aus der Zapfenreibung resultirende Widerstand auf horizontaler gerader Strecke für die Sekundärwagen rund 1,5mal so gross stellen, als bei den Hauptbahnwagen.

Für die rollende Reibung ad 2) hat man nach Pambour

$W_r = f_r \cdot \frac{Q + q}{R}$, wobei q = Eigengewicht der (halben) Achse, Q und R dasselbe, wie vorhin bedeuten.

Wir wollen jedoch von dem Unterschiede von Q und q , welcher nur bei leeren Wagen Beachtung verdient, hier absehen und erhalten desshalb:

$$W_r = f_r \cdot \frac{Q}{R}$$

Der Koeffizient der rollenden Reibung f_r beträgt nach Pambour für R in Zollen $f_r = 0,02$, für R in Metern also $f_r = 0,000523$, ferner ist

für Hauptbahnen $R = 0,490$

$$\text{und } \frac{f_r}{R} = \frac{0,000523}{0,490} = 0,0011$$

für die Sekundärbahnen $R = 0,350$

$$\text{und } \frac{f_r}{R} = \frac{0,000523}{0,350} = 0,0015.$$

Der durch die rollende Reibung hervorgerufene Zugwiderstand vergrössert sich also für die Sekundärwagen um 0,4, also nicht ganz um die Hälfte des bei den Hauptbahnwagen statthabenden.

Um ein Urtheil über die Grösse des ad 3) zu ermittelnden Widerstandes, welcher durch die Unebenheiten der Bahn entsteht, zu gewinnen, bringt man die ad 1) und 2) für die Hauptbahnen gefundenen Theilwiderstände von dem Gesamtwiderstande eines Hauptbahnwagens auf gerader horizontaler Strecke, dessen Grösse mehrfach durch Versuche festgestellt wurde, in Abzug: Die Resultate dieser Versuche stimmen freilich nicht besonders gut zusammen, allein man kann den Gesamtwiderstand eines Hauptbahnwagens auf gerader horizontaler Strecke wohl durchschnittlich auf $\frac{1}{400} = 0,0025$ des Gewichtes ansetzen. Wir haben also für die Hauptbahnen:

1) Zapfenreibung	= 0,00091	Gesamter Widerstand = 0,0025
2) Rollende Reibung	= 0,0011	ab Summe ad 1) und 2) = 0,00201
3) Unebenheiten der Bahn	= 0,00049	ad 3) Unebenh. d. Bahn = 0,00049

Gesamter Widerstand = $0,00250 = \frac{1}{400}$.

Der von den Unebenheiten der Bahn herrührende Widerstand ist von den Abmessungen der Räder und Achsen etc. unabhängig, daher für die Sekundärbahnen ebenfalls = 0,00049. Es ergibt sich sonach für die Sekundärbahn:

1) Zapfenreibung	= 0,00143
2) Rollende Reibung	= 0,0015
3) Unebenheiten der Bahn	= 0,00049

Gesamter Widerstand = $0,00342 = \frac{1}{292}$

oder rund = $\frac{1}{300}$.

Das Verhältniss des Zugwiderstandes von Sekundärwagen und Hauptbahnwagen ist demnach

$$\text{wie } \frac{1}{300} : \frac{1}{400} \text{ oder wie } 4 : 3.$$

Es machen jedoch diese Zugwiderstände der Eisenbahnfahrzeuge auf horizontaler gerader Strecke nur einen verhältnissmässig kleinen Theil der gesamten Widerstände aus, welche von einem Zuge überwunden werden müssen; ganz besonders gilt dies für Sekundärbahnen, bei welchen den Steigungen und Kurven eine hervorragende Rolle zufällt.

Der Einfluss der Steigungen ist für Haupt- und Sekundärbahnen vollständig nach denselben Grundsätzen zu berechnen. Setzt man den Widerstandskoeffizienten auf horizontaler und gerader Strecke für Haupt- und Sekundärbahnen beziehentlich $= \frac{1}{400}$ und $\frac{1}{300}$, so ergibt sich das Verhältniss der Leistungen auf verschiedenen Steigungen für Haupt- und Sekundärbahnen, wie folgt:

Steigung	Verhältniss der Leistung
$\frac{1}{\infty}$	1 : 0,75
$\frac{1}{300}$	1 : 0,84
$\frac{1}{200}$	1 : 0,90
$\frac{1}{100}$	1 : 0,94
$\frac{1}{80}$	1 : 0,95
$\frac{1}{60}$	1 : 0,96

Für im Längenprofil und Alignement noch sehr günstig gestaltete Sekundärbahnen kann man wohl das Befahren einer Steigung von 1 : 200 oder einer dem Zugwiderstande nach gleichwerthigen Kurve als den normalen Grad der Anstrengung ansehen, welche der Zugbeförderung an jeder Stelle der Bahn zugemuthet wird. Es würde sonach der gesamte Zugwiderstand für die Sekundärbahn durchschnittlich nur um $1 - 0,90 = 0,10$, also nur um $\frac{1}{10}$ mehr betragen, als bei den Hauptbahnen, was bei den geringen Fahrgeschwindigkeiten jedoch von wenig Belang ist. Bei den gewiss sehr häufigen Steigungen von 1 : 100 und Kurven von gleichem Widerstande aber ist dieser Mehrbetrag nur noch $1 - 0,94 = 0,06$ oder $\frac{1}{17}$.

Für den Verkehr der Sekundärwagen auf den Hauptbahnen stellt sich dies Verhältniss etwas ungünstiger, da dort die Steigungen schwächer, die Geschwindigkeiten grösser sind; doch dürfte sich auch dieser Nachtheil durch das ermässigte Eigengewicht der Sekundärwagen bei gleicher Tragfähigkeit und durch die ausschliessliche Verweisung der Sekundärwagen auf die eigentlichen und langsam fahrenden Güterzüge genügend ausgleichen, beziehentlich unbemerkbar machen.

17. Länge der Halszapfen.

Der Durchmesser der Sekundärwagenachse war auf 100^{mm} festgesetzt worden. Denselben Durchmesser erhalten auch die Halszapfen der Achse. Es erübrigt noch, kurz die Länge zu ermitteln, welche den Halszapfen mit Rücksicht auf Abnutzung und Verhütung des Warmlaufens bei den zu erwartenden Belastungen und Fahrgeschwindigkeiten zu geben ist. Der Halszapfen muss nach Reuleaux (Constructeur) die gleiche Länge wie ein Stirnzapfen von gleicher Belastung und Umdrehungsgeschwindigkeit haben. Reuleaux gibt für solche Zapfen, deren Umdrehungszahl n für die Minute grösser als 150, die Formeln:

$$d = 0,32 \sqrt{P} \cdot \sqrt[3]{n}$$

$$\frac{l}{d} = 0,12 \sqrt[3]{n}$$

wobei P = Belastung in Kilogrammen, d = Durchmesser in Millimetern.

Bei der an derselben Stelle sich findenden Berechnung des Achsschenkels einer mit $76 \text{ Z} = 3800^k$ belasteten Eisenbahnwagenachse für Hauptbahnen ist die Umdrehungszahl $n = 270$ angesetzt. Mag die Fahrgeschwindigkeit, welcher die Sekundärwagen auf Haupt- und Sekundärbahnen zu unterwerfen sind, rund zu 0,6 der für die Hauptbahnwagen massgebenden Geschwindigkeit angenommen werden, und berücksichtigt man, dass die Radien der Räder der Haupt- und Sekundärbahnwagen beziehentlich $= 490$ und 350^{mm} sind, so kann die Umdrehungszahl für die Halszapfen der Sekundärwagenachsen auf

$$n = 270 \cdot 0,6 \frac{490}{350} = \text{rund } 230$$

veranschlagt werden. Wenn man sodann das auf einen Halszapfen lastende Gewicht $P = 3400^k$ setzt, so ergeben die obigen Formeln:

$$d = 0,32 \sqrt{3400} \cdot \sqrt[3]{230} = 73^{\text{mm}}$$

$$\frac{l}{d} = 0,12 \sqrt[3]{230} = 1,82,$$

woraus die gesuchte Länge des Halszapfens

$$l = 73 \cdot 1,82 = 133 \text{ oder rund } 130^{\text{mm}}.$$

Die von uns für die Halszapfen der Sekundärwagenachse projectirte Länge beträgt wie Fig. 13 auf pag. 32 zeigt, 150^{mm} ; der eigentlich tragende Theil desselben ist jedoch nur 130^{mm} lang, indem die Mittellinie der Belastung in nur 65^{mm} Entfernung von dem äusseren Anlaufe den Halszapfen trifft. Dass der Abstand von dem inneren Anlaufe um 20^{mm} grösser, also $= 85^{\text{mm}}$ gewählt wurde, hat seinen Grund nur in der Nothwendigkeit, ein sicheres Umfassen der Lagerschale durch die Achsgabel zu ermöglichen. Wir glauben, dass eine solche Anordnung, welche allerdings einen vom inneren nach dem äusseren Anlaufe des Halszapfens gleichmässig etwas anwachsenden Druck zur Folge hat, einem Bedenken nicht unterliegt.

D. Entwurf des Normal-Güterwagens.

Wenn wir von den zum Transporte von Langhölzern bestimmten Wagen, welche eine eigenartige Konstruktion erfordern, absehen, so soll als Güterwagen für die Sekundärbahn nur eine einzige Form, Normalform, gewählt werden. Von diesem Normalgüterwagen sind zwei Modifikationen zu unterscheiden, nemlich der Normalgüterwagen ohne Bremse und derjenige mit Bremse. Beide Modifikationen müssen für eine Bahn, bei welcher die Schaffner- und Bremsersitze sich nicht über den Wagen befinden, mehrfache Abweichungen von einander zeigen. Diese sind jedoch für unsere nächsten Ermittlungen und Feststellungen von so untergeordneter Bedeutung, dass wir dieselben vorläufig unberücksichtigt lassen und nur von einem Normalgüterwagen handeln, worunter wir denjenigen ohne Bremse verstehen.

Es wird sich ergeben, dass sobald man bei der Feststellung der Hauptmasse für die Oberkasten des Normalgüterwagens die Anforderungen des Grossviehtransportes

und des Militärtransportes angemessen berücksichtigt, die Hauptabmessungen hinreichend gross werden, um auch für eigentliche Personenwagen auszureichen; so dass also auch die Personenwagen sich nach den so festgestellten Güterwagen zu richten haben.

18. Gesamtanordnung des Normalgüterwagens.

Das Projekt für den Normalgüterwagen ist in den Figuren 5 bis 10, Tafel I und II, dargestellt. Das hier entworfene Fahrzeug fällt unter den Begriff eines zweiachsigen offenen Güterwagens mit Plandecke, von 200 Zentner Tragfähigkeit. Sämmtliche Stirn- und Seitenborde sind abnehmbar und ohne Thüren. Die Abdeckung des Wagenraumes nach oben soll, wenn nöthig, mittelst Plandecke geschehen. Als Plandecken sind Segeltuchdecken zu verwenden, welche durch Kautschukauflösung wasserdicht gemacht sind. Ohne alle Bordwände, jedoch mit einem an den Langseiten 15^{zm}, an den Stirnseiten 23,5^{zm} hohen Rande von Eisen versehen, dient ein solcher Wagen als Plateauwagen. Mit den vier unteren Borden versehen eignet sich derselbe zum Transport schwerer Stoffe und Güter; bereits in dieser Ausrüstung kann der Wagen mit der Plandecke versehen werden. Ueber die vier unteren Borde können weitere vier obere Borde gestellt werden, wodurch dieser Wagen für den Transport spezifisch leichterer Stoffe und Güter, sodann für den Transport von Grossvieh und endlich für Militärtransporte geeignet wird. Durch Hinzufügung der Plandecke über den vier oberen Borden wird die Ausrüstung des Güterwagens der Sekundärbahn vollständig sein. Es ist hinzuzufügen, dass für jeden Güterwagen zum mindesten die vier unteren Borde vorhanden sein sollen, ausserdem aber eine hinreichende Anzahl von oberen Borden und Plandecken in Vorrath zu halten wäre, um diese nach Bedürfniss an den derselben benöthigten Wagen anbringen zu können.

Dieser Normalwagen soll also nach Erforderniss die Dienste eines offenen und eines gedeckten Güterwagens und eventuell auch eines Gepäckwagens leisten.

Nachdem die so wichtigen Fragen betreffend die Grösse des zu wählenden Radstandes ($= 2,5^m$), die Grösse des Durchmesser der Räder für die Güter- und Personenwagen ($= 0,7^m$), sowie die Form, Stärke und Belastungsweise der Achsen im voraus erledigt sind, handelt es sich hauptsächlich darum, die Hauptmasse der Oberkasten nach Höhe, Breite und Länge im Lichten und im Aeusseren gemäss dem Volume und den Dimensionen der zu transportirenden Stoffe, Waaren und Gegenstände mannigfaltigster Art, gemäss den Bedürfnissen des zu transportirenden Grossviehs und endlich gemäss den Rücksichten auf die zeitweilig in diesen Güterwagen zu befördernden Militärtransporte festzustellen.

19. Lichte Kastenmasse.

Die lichten Kastenmasse der bedeckten Güterwagen der Hauptbahnen sind:

- 1) Breite im Lichten für Kolliwagen 2,4^m, für Grossvieh- oder die sogen. bedeckten Ochsenwagen, welche die grösste Breite haben, 2,56^m.
- 2) Die Länge im Lichten der zweiachsigen Kolliwagen beträgt 5,96^m bis 6,28^m, für die Ochsenwagen 6,2^m bis 6,5^m.
- 3) Die Höhe im Lichten beträgt bei älteren Güterwagen häufig unter 1,7^m,

bei neueren Güter- und Ochsenwagen dagegen als Minimum $1,98^m$ bis $2,06^m$ in der Mitte, in der Regel aber über 2^m , so dass $2,1^m$ als lichte Höhe in der Mitte der bedeckten Güterwagen angenommen werden kann.

Die lichten Kastenmasse der offenen Güterwagen der Hauptbahnen sind: für grosse zweiachsige Wagen von $3,66^m$ Radstand:

1) Lichte Breite = $2,56^m$, wie bei den bedeckten Ochsenwagen und

2) Länge im Lichten = $6,906^m$,

indem die Höhe in Wegfall kommt.

Geht man nun, wie oben als allgemein leitender Grundsatz aufgestellt wurde, von dem Gedanken aus, die Masse der Hauptbahnen im Verhältnisse von 3 : 2 zu verkleinern, so erhält man die folgenden lichten Kastenmasse für die Sekundärbahn

1) Lichte Breite = $\frac{2}{3} \cdot 2,4$ bis $\frac{2}{3} \cdot 2,56 = 1,6^m$ bis $1,71^m$

2) Lichte Länge = $\frac{2}{3} \cdot 6,3$ bis $\frac{2}{3} \cdot 6,9 = 4,2^m$ bis $4,6^m$

3) Lichte Höhe = $\frac{2}{3} \cdot 2,1 = 1,4^m$.

Diese Masse sollen jedoch nur einen allgemeinen Anhalt geben, dieselben müssen sich nothwendig durch die Anforderungen, welche die zu transportirenden Personen, Thiere und Güter stellen, und welche theilweise für die Sekundärbahnen dieselben bleiben, wie für die Hauptbahnen, und durch die Rücksichten auf eine zweckmässige und einfache Konstruktion der Wagen modifiziren.

20. Grossviehtransporte.

Sobald man Grossvieh, also Pferde und Ochsen, auf den Sekundärbahnen zu transportiren wünscht, ergeben sich die erforderlichen lichten Kastenmasse mit grosser Bestimmtheit.

Ein Pferd erfordert ungesattelt und ungeschirrt:

an Breite $0,84^m$,

an Länge zwischen Nase und Schweif $2,67^m$ (zwischen Brust und Schweif $2,2^m$),

an Höhe durchschnittlich $1,7^m$.

Für Ochsen ist die erforderliche Höhe geringer, wie für Pferde; die erforderliche Breite ist dieselbe und für die Länge genügt $2,56^m$. Die Masse für Pferde reichen also auch für die Ochsen aus.

Sollen nun die Wagen für den Transport von Pferden und Ochsen einigermaßen vortheilhaft abgemessen werden, so müssen vier Pferde oder Ochsen auf einem Wagen Platz finden, wobei die Thiere nach der Längachse des Wagens stehen; die Pferde in der Mitte des Wagens Kopf gegen Kopf, die Ochsen mit den Hintertheilen gegeneinander.

Es bleibt also die erforderliche lichte Höhe = $1,7^m$, die lichte Breite wird $2 \cdot 0,84 = 1,68^m$ oder abgerundet = $1,7^m$; die für Pferde erforderliche Länge würde $2 \cdot 2,67 = 5,34^m$ betragen; gibt man dazu noch $0,16^m$ für Fütterung, so rundet sich die nothwendige lichte Kastenlänge auf $5,5^m$ ab.

21. Militärtransporte.

Sind einmal Kastenmasse von solcher Grösse in Aussicht genommen, so kann es nicht fehlen, dass auch die Rücksichten auf Militärtransporte zur Geltung kommen müssen, da die Verwendbarkeit der Sekundärbahnen zu Militärtransporten,

wenn auch der Leistungsfähigkeit der Hauptbahnen gegenüber von geringerer Bedeutung, dennoch Beachtung verdient.

Nach den Bestimmungen des Königl. Preussischen Kriegsministeriums erfordert an Wagenraum

1) der bewaffnete Mann:

1,88^m Höhe und 0,595^m Breite;

2) ein Pferd gesattelt und geschirrt:

Höhe klein (leichte Kavallerie) 1,77^m,

Höhe gross (schwere Kavallerie und Artillerie) 1,88^m,

Breite ungesattelt 0,785^m,

Breite gesattelt und geschirrt 0,888^m.

Die erforderliche Länge für zwei Kopf gegen Kopf verladene Pferde mit Zwischenraum für Wartung und Fütterung ist auf 5,65^m normirt.

3) Ein abgeprotztes und mit der Protzendeichsel rückwärts ineinander geschobenes Geschütz erfordert:

an Breite 1,7^m,

an Länge 4,61^m.

Die lichte Höhe für den bewaffneten Mann und ein gesattelt oder geschirrtes schweres Pferd ist dieselbe, = 1,88^m, es wäre sonach die vorhin angenommene lichte Höhe von 1,7^m auf rund 1,9^m zu vergrössern. Da aber die Wagendecke nach der Mitte des Wagens hin mit Rücksicht auf Abwässerung und aus anderen Gründen ansteigen soll, so wurde für die Mitte des Wagens die Höhe = 2^m gewählt, welche an den Seitenwänden bis auf 1,8^m abfällt.

Für die lichte Breite sind nur die Punkte 2) und 3) in Betracht zu ziehen. Zu 3) reicht die vorhin bestimmte Breite = 1,7^m gerade aus, die Länge des Kastens von 5,5^m erscheint sogar reichlich. Zu 2) erfordern zwei ungesattelte Pferde an Breite $2 \cdot 0,785 = 1,57$ ^m, zwei solche gesattelt aber 1,776^m, also 0,076^m mehr als 1,7^m. Auch die erforderliche Länge von 5,65^m für zwei Kopf gegen Kopf gestellte Pferde übertrifft das früher bestimmte Mass von 5,5^m um eine Kleinigkeit, nemlich 0,15^m. Wir glauben aber, dass die beiden früher gewählten Masse von 1,7^m und 5,5^m dennoch auch für die in Rede stehenden Zwecke um so mehr hinreichen, als die Militärtransporte auf einer Sekundärbahn niemals sehr lange andauernd sein werden. Die lichten Kastenmasse für die Sekundärbahn sind sonach:

Lichte Breite = 1,7^m,

Lichte Länge = 5,5^m,

Lichte Höhe im Mittel = 1,9^m.

Bringt man im Inneren eines solchen Güterwagens an jeder Längenwand eine Bank zum Sitzen an, so können bei einer Sitzbreite von 0,55^m, welche für feldmässig ausgerüstete Mannschaften hinreicht, 20 Mann in einem Güterwagen Platz finden, oder aber 4 Pferde oder 1 Geschütz. Die Bodenfläche eines solchen Güterwagens ist 9,35 □^m und kommen somit auf einen Mann 0,4625 □^m und auf ein Pferd 2,34 □^m. Die Leistung eines Güterwagens der Hauptbahnen ist gewöhnlich 32 bis 40 Mann oder 6 Pferde oder 1 Geschütz. Der Unterschied von 32 bis 40 Mann kommt daher, dass man hauptsächlich zwei Sorten von Wagen von verschiedener Länge bei gleicher lichter Breite = 2,4^m hat. Diese beiden Längen sind nemlich 5,96^m und 6,28^m, welchen die Bodenflächen 14,3 □^m und 15 □^m entsprechen. Bei den ersteren kommen

auf einen Mann $0,447 \square^m$ und auf ein Pferd $2,38 \square^m$, bei den letzteren auf einen Mann $0,375 \square^m$ und auf ein Pferd $2,5 \square^m$. Man ersieht also, dass die bei der Sekundärbahn angenommenen Räume für die Militärbedürfnisse von durchaus genügender Grösse sind und dass die Verwendbarkeit der projektirten Art von Sekundärwagen und Sekundärbahnen in dieser Hinsicht wohl zu beachten sein wird.

Vergleichen wir die nunmehr gewonnenen lichten Kastenmasse

$$\text{Breite} = 1,7^m,$$

$$\text{Länge} = 5,5^m,$$

$$\text{Höhe} = 1,9^m$$

mit den gleich eingangs dieses Kapitels ermittelten überschläglichen Massen, welche gleich zwei Dritttheilen der entsprechenden Masse für die Hauptbahnen sind, also:

$$\text{Breite} = 1,6^m \text{ bis } 1,71^m,$$

$$\text{Länge} = 4,2^m \text{ bis } 4,6^m,$$

$$\text{Höhe} = 1,4^m,$$

so stimmen die lichten Breiten gut überein, die lichte Höhe musste jedoch bei der genaueren Feststellung um $0,5^m$ vermehrt werden, da die Anforderungen hinsichtlich der Höhe für den Pferdetransport und eventuell für Militärtransporte bei Haupt- wie Sekundärbahnen die gleichen sind. Die Länge des Wagenkastens stellt sich ebenfalls mit Rücksicht auf den Grossviehtransport bedeutend: um $0,9^m$ länger, als das entsprechende $\frac{2}{3}$ -Mass.

22. Aeussere Kastenmasse.

Geht man von den Lichtmassen zu den äusseren Kastenmassen und zwar für die Hauptbahnen zu denjenigen Maximalmassen über, welche nach den »Technischen Vereinbarungen« für die Kasten noch gestattet sind, so stellt sich das $\frac{2}{3}$ -Verhältniss vollständiger her.

Zunächst finden sich die äusseren Kastenmasse für die Sekundärbahn, wie folgt:

Aus der lichten Breite $1,7^m$ ergibt sich die äussere Breite, indem man zu beiden Seiten die Dicke einer Bordwand zu $0,04^m$ und die Flantschhöhe $0,05^m$ einer eisernen im Querschnitte $\square$ förmigen Runge, sodann beiderseits die Eisenstärke $0,01^m$ für die Rungenhalter hinzufügt. Es beträgt sonach die äussere Kastenbreite $= 1,7 + 2(0,04 + 0,05 + 0,01) = 1,9^m$. Die äussere Kastenlänge zwischen den Vorderflächen der Kopfschwellen $5,5 + 2 \cdot 0,04 = 5,58^m$. Hinsichtlich der Höhe mögen hier lieber die Gesammthöhenmasse der Fahrzeuge anstatt der äusseren Kastenmasse verglichen werden. Für die Sekundärbahnwagen, deren Bodenfläche auf $0,9^m$ über Schienenoberkante liegt, beträgt die ganze Wagenhöhe in der Mitte $0,9 + 2 = 2,9^m$. Wir haben somit für die Sekundärbahn als äussere Masse:

$$\text{Kastenbreite} = 1,9^m,$$

$$\text{Kastenlänge} = 5,58^m,$$

$$\text{Wagenhöhe in der Mitte} = 2,9^m.$$

Für die Wagen der Hauptbahnen schreibt § 123 der »Vereinbarungen« die Maximalbreitenmasse, § 134 die Maximalhöhenmasse vor, darnach dürfen Güterwagen bis zur Höhe von $1,37^m$ über den Schienen $2,9^m$ und weiter aufwärts 3^m breit sein. Die höchsten Punkte des festen Oberbaus der Wagen dürfen $3,76^m$ über den Schienen hoch sein, für die verdeckten Schaffnersitze beträgt die erlaubte Höhe $4,57^m$ über den Schienen. Hinsichtlich der Länge der Güterwagen besagt § 135: »Einen

Radstand von 4^m in der Regel als Maximum anzusehen, wird empfohlen. Diesem Radstande entspricht nach den Normalbestimmungen für die Preussischen Staatsbahnen eine Länge zwischen den Kopfschwellen = 7,2^m. Die aus dem Vorstehenden zu entnehmenden $\frac{2}{3}$ -Masse sind:

$$\text{Kastenbreite} = \frac{2}{3} \cdot 2,9 \text{ bis } \frac{2}{3} \cdot 3 = 1,93^m \text{ bis } 2^m,$$

$$\text{Kastenlänge} = \frac{2}{3} \cdot 7,2 = 4,8^m,$$

$$\text{Wagenhöhe} = \frac{2}{3} \cdot 3,76 \text{ bis } \frac{2}{3} \cdot 4,57 = 2,51^m \text{ bis } 3,05^m.$$

Die obigen Breiten- und Höhenmasse bleiben also hinter diesen $\frac{2}{3}$ -Massen noch etwas zurück, die letztere Länge wird jedoch erheblich überschritten.

23. Leistungsfähigkeit des Normalgüterwagens.

Die Leistungsfähigkeit des Normalgüterwagens der Sekundärbahn hinsichtlich des Grossviehtransportes und der Militärtransporte ist im Vorstehenden bereits erörtert worden; es ist nunmehr nothwendig, die Leistungsfähigkeit des Normalgüterwagens für Waaren und Güter aller Art näher zu untersuchen. Wir haben dabei zunächst den Transport der eigentlichen Kaufmannsgüter in Kollis zu betrachten.

Die sogenannten Kolliwagen, bedeckte Wagen, der Hauptbahnen haben bei 2 Achsen eine Tragfähigkeit von 200 Zentnern und eine Bodenfläche von 14,3 bis 15 □^m. Die Wagen der Sekundärbahn haben die Grundfläche 9,35 □^m, es verhält sich also bei gleicher Tragfähigkeit die verfügbare Bodenfläche rund wie 2 : 3. Es stehen also hierin die Wagen der Sekundärbahn den Wagen der Hauptbahnen nach, doch lässt sich durch ein sorgfältiges Beladen der Sekundärwagen bis zur vollen Höhe sicherlich eine genügende Ausnutzung der Tragfähigkeit herbeiführen.

Es folgt nun eine Zusammenstellung über die Ausnutzung der Tragfähigkeit des Normalgüterwagens durch Massengüter und schwere Stückgüter. Die beigefügten Zahlen zeigen die Lasthöhe an, d. h. die Höhe, bis zu welcher die bezügliche Ladung von 200 Z Gewicht den Wagen anfüllt oder anfüllen würde, wenn man die Bordwände genügend nach oben erhöhte. Wir heben noch hervor, dass die Höhe der Wagenwände beträgt: ohne Bordwände 15^{zm} an den Langseiten und 23,5^{zm} an den Stirnseiten; mit einer Bordreihe versehen 0,975^m, mit beiden Bordreihen versehen 1,9^m.

1) Wir erwähnen zuerst die Stoffe und Gegenstände, welche die Tragfähigkeit des Wagens = 200 Zentner vollständig ausnutzen.

a) Als Plateauwagen ohne Bordwände dient der Normalgüterwagen zum Transporte von Werksteinen, Roheisen in Gänzen, Walzeisen, Schmiedeisen und Stahl in verschiedenen Formen, Zink in Blöcken; von den Eisenbahnschienen wird weiter unten besonders die Rede sein; hierher gehören noch Maschinen aller Art, Maschinentheile, sodann Equipagen, fahrbare landwirthschaftliche Maschinen, Lokomobilen, Fahrzeuge für Militärzwecke u. s. w. Für diese Transportgegenstände leistet der Sekundärbahnwagen wohl absolut das Nämliche, wie der breitere und längere 2-achsige Güterwagen der Hauptbahnen.

b) Mit nur der unteren Bordreihe wird der Güterwagen versehen zum Transporte von Eisensteinen (0,27^m — 0,36^m), Galmei (0,26^m), Bauerden wie Sand, Thon, Lehm und Dammerde (0,54^m), Ziegelsteinen (0,71^m), Bruchsteinen aller Art (0,71^m bis 0,54^m).

c) Mit zwei Bordreihen übereinander und nach Bedürfniss mit einer Plan-

decke versehen, befördert der Güterwagen Eichenholz ($1,8^m$), Braunkohlen ($1,78^m$), Steinkohlen ($1,3^m$), gebrannten Kalk ($1,3^m$), Cement, Gyps, Thonwaaren, Dachpappen, Getraide lose oder in Säcken, Steinsalz, Mehl, Rüben, Kartoffeln, Obst u. s. f.

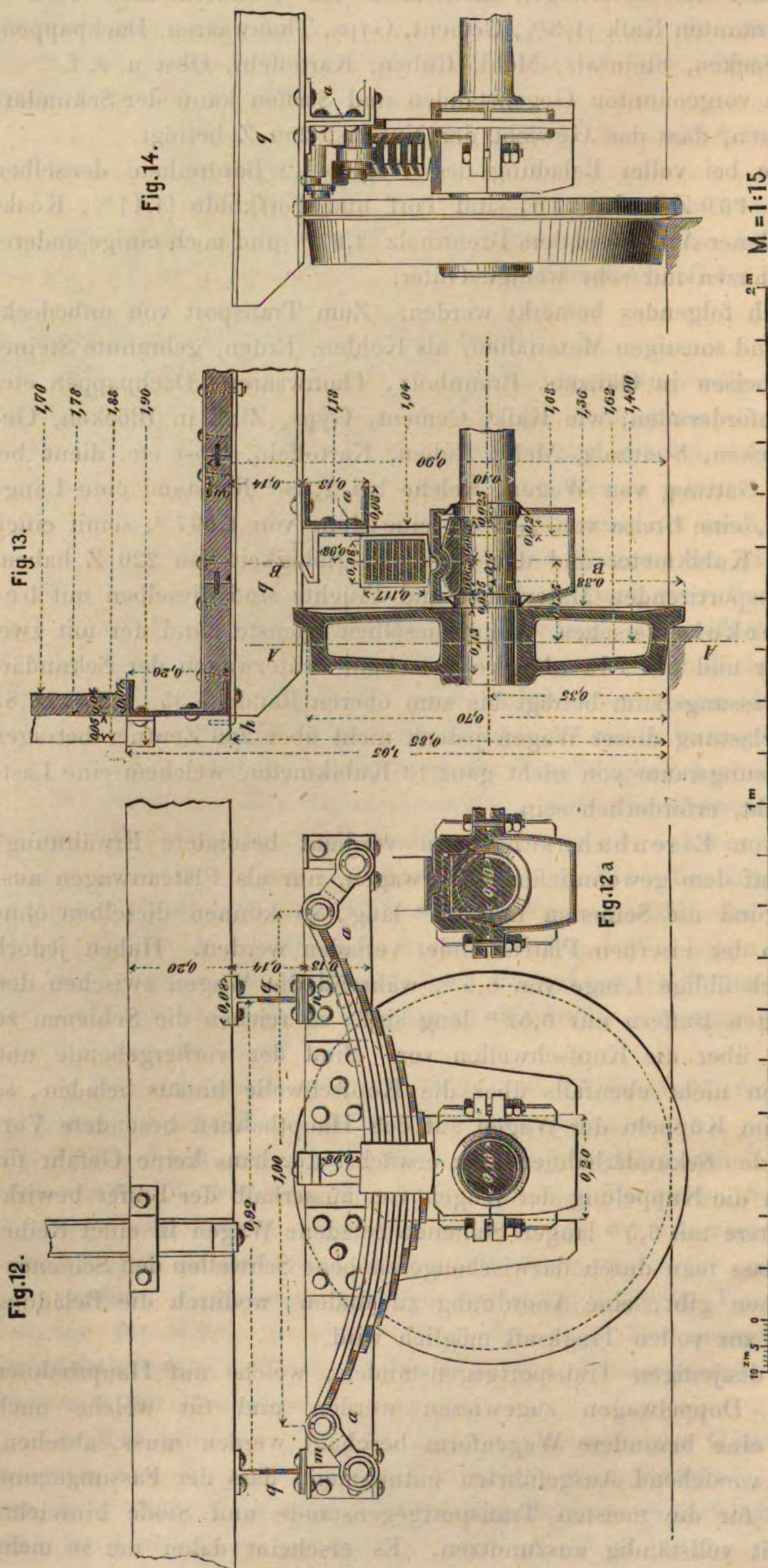
Von allen diesen vorgenannten Gegenständen und Stoffen kann der Sekundär-Güterwagen so viel fassen, dass das Gewicht der Nutzlast 200 Z beträgt.

2) Stoffe, welche bei voller Beladung des Wagens (2 Bordreihen) denselben nur mit rund 100—160 Z belasten, sind Torf und Torfkohle ($4,11^m$), Koaks ($2,04^m$) Hölzer verschiedener Art, besonders Brennholz ($2,67^m$) und noch einige andere. Es sind dies aber im ganzen nur sehr wenige Güter.

Zu 1. b) soll noch folgendes bemerkt werden. Zum Transport von unbedeckt zu befördernden Roh- und sonstigen Materialien, als Kohlen, Erden, gebrannte Steine, Eisenerze, Galmei, Roheisen in Gänzen, Brennholz, Thonwaaren, Dachpappen etc. und von bedeckt zu befördernden, wie Kalk, Cement, Gyps, Zink in Blöcken, Getraide lose oder in Säcken, Steinsalz, Mehl, Rüben, Kartoffeln, Obst etc. dient bei den Hauptbahnen eine Gattung von Wagen, welche bei $2,88^m$ Radstand eine Länge im Lichten von $5,169^m$, eine Breite von $2,563^m$, eine Höhe von $1,007^m$, somit einen Rauminhalt von 13,341 Kubikmeter und dabei eine Tragfähigkeit von 220 Z haben. Für die bedeckt zu transportierenden Materialien und Früchte sind dieselben mit beweglichen Klappdeckeln versehen. Ganz dieselben Dienste kann der mit zwei Bordreihen übereinander und der Plandecke versehene Güterwagen der Sekundärbahn leisten. Dessen Fassungsraum beträgt bis zum oberen Rande $9,35 \cdot 1,8 = 16,83$ Kubikmeter. Da die Belastung dieser Wagen jedoch nicht über 200 Zentner betragen soll, würde nur ein Fassungsraum von nicht ganz 13 Kubikmeter, welchem eine Lasthöhe von $1,4^m$ entspricht, erforderlich sein.

Der Transport von Eisenbahnschienen verdient besondere Erwähnung; dieser kann ebenfalls auf dem gewöhnlichen Güterwagen, nur als Plateauwagen ausgerüstet, geschehen. Sind die Schienen nur $5,5^m$ lang, so können dieselben ohne weiteres noch innerhalb der eisernen Plateauränder verladen werden. Haben jedoch die Schienen die vielfach übliche Länge von $6,5^m$, während die Wagen zwischen den nicht zusammengedrückten Buffern nur $6,52^m$ lang sind, so reichen die Schienen zu beiden Seiten um $0,5^m$ über die Kopfschwellen vor. Sind der vorhergehende und der nachfolgende Wagen nicht ebenfalls über die Kopfschwelle hinaus beladen, so ist nur erforderlich, beim Kuppeln der Wagen auf den Hauptbahnen besondere Vorsicht anzuwenden, auf den Sekundärbahnen aber erwächst durchaus keine Gefahr für den Rangirer, weil hier die Kuppelung der Wagen von ausserhalb der Buffer bewirkt wird. Folgen sich mehrere mit $6,5^m$ langen Schienen beladene Wagen in einer Reihe, so ist leicht dadurch, dass man durch dazwischengeschobene Schwellen den Schienelagen verschiedene Höhen gibt, eine Anordnung zu finden, wodurch die Beladung sämtlicher Wagen bis zur vollen Tragkraft möglich wird.

Wenn wir von denjenigen Transportgegenständen, welche auf Hauptbahnen den Langholztransport-Doppelwagen zugewiesen werden und für welche auch auf der Sekundärbahn eine besondere Wagenform beschafft werden muss, absehen, so lässt sich aus dem vorstehend Ausgeführten entnehmen, dass der Fassungsraum des Normalgüterwagens für die meisten Transportgegenstände und Stoffe hinreicht, um dessen Tragfähigkeit vollständig auszunutzen. Es erscheint daher um so mehr zweckmässig, nur einen Güterwagen von derselben Tragfähigkeit = 200 Zentner in



3) die Be- und Entladung möglichst zu erleichtern.

Der Durchmesser der Wagenräder ohne den Spurkranz beträgt $= 0,70^m$, hierzu kommt eine Spurkranzhöhe mit $0,03^m$; ferner ist die Dicke des Wagenbodens (der Bohlen) $= 0,05^m$ anzunehmen; fügt man hierzu noch $0,12^m$ für Spielraum und für Herabsinken des Wagenbodens in den Federn im belasteten Zustande, so ergibt sich als Höhe des Wagenbodens im unbelasteten Zustande $0,9^m$ über Schienenoberkante. Anstatt $0,12^m$ für Spielraum und Federsenkung würde auch schon die Hälfte $= 0,06^m$ völlig hinreichen; es musste jedoch noch auf die Höhenlage der Buffer, wie im folgenden Abschnitte deutlich werden wird, Rücksicht genommen werden. Figur 7 auf Tafel I und in grösserem Massstabe die Figuren 12 und 13 zeigen die gewählte Anordnung.

Bei Hauptbahnen liegt der Wagenboden auf $1,22^m$ über den Schienen, für die Sekundärwagen liegt sonach der Wagenboden um $0,32^m$ tiefer als bei den Wagen der Hauptbahnen.

Es ist dieser Unterschied, bis zu einem Theile seiner sehr bedeutenden Grösse, für die Sekundärwagen in Hinsicht auf deren Stabilität eine Nothwendigkeit — denn eine Verringerung der Plateaufläche des Wagens unter Beibehaltung gleicher Tragfähigkeit hat nothwendig ein Höhersteigen des Schwerpunktes des beladenen Wagens zur Folge —, im übrigen aber ein höchst schätzbarer Gewinn im Vergleich mit den Hauptbahnen für das Be- und Entladen der Wagen, für den Bau von Laderampen, erhöhten Ladeplätzen und dergleichen, sowie für die Verminderung des Normalvollprofiles. Diese Vorzüge sind sehr wesentliche, wie des weiteren nicht dargethan zu werden braucht.

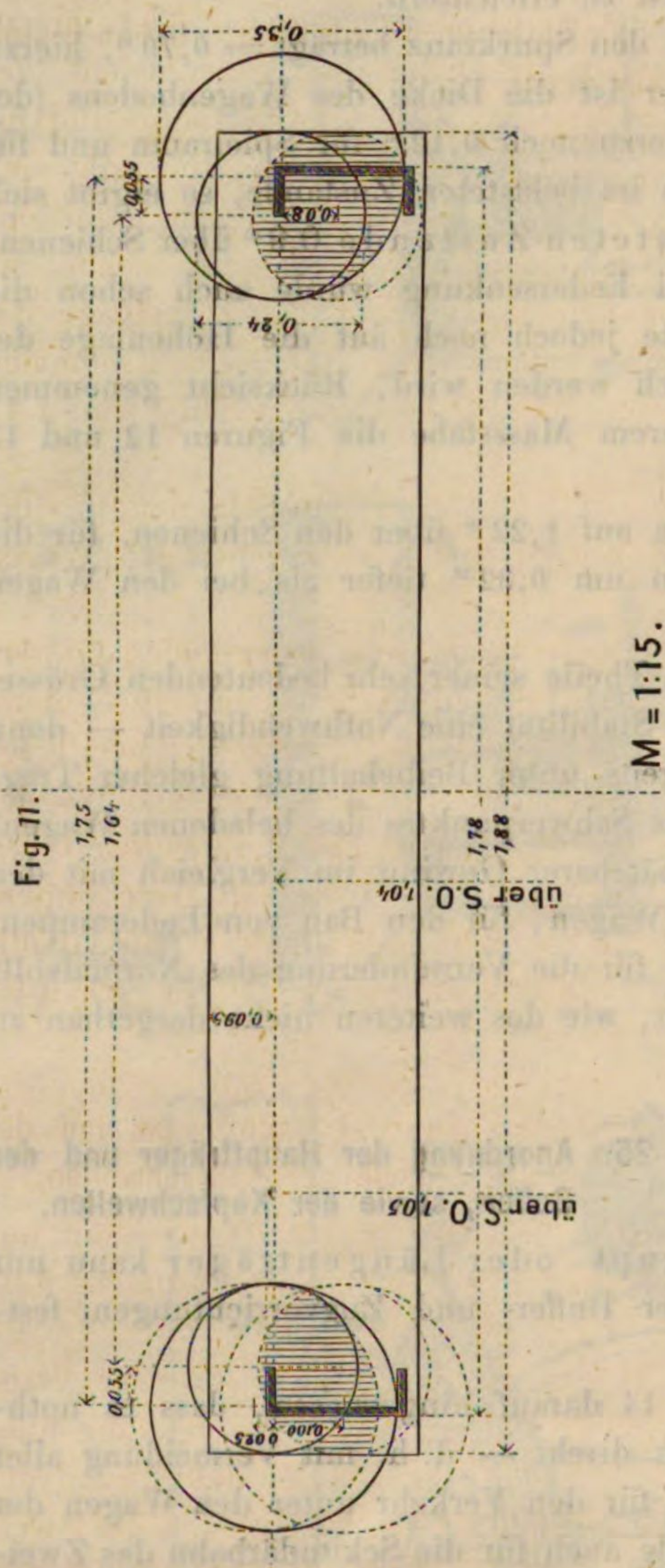
25. Anordnung der Hauptträger und der Buffer, sowie der Kopfschwellen.

Die Anordnung der eisernen Haupt- oder Längenträger kann nur im Zusammenhange mit der Anbringung der Buffer- und Zugvorrichtungen festgestellt werden.

Wir haben bereits in dem Abschnitte 14 darauf hingewiesen, dass es nothwendig ist, die Buffer der Sekundärbahnwagen direkt — d. h. mit Vermeidung aller etwa vorgesetzten Vermittelungsglieder etc. — für den Verkehr unter den Wagen der Hauptbahn einzurichten, dass also zu dem Ende auch für die Sekundärbahn das Zweibuffersystem eingeführt werden muss. Diese Buffer müssen mit höchstens sehr kleinen Abweichungen dieselbe Höhe über den Schienen und denselben Abstand von Mitte zu Mitte haben, wie die Wagen der Hauptbahnen.

Hiernach muss sich natürlich die Lage der Hauptträger des Wagens wesentlich richten, da dieselben die Drucklinien der Buffer möglichst direkt zu unterstützen haben.

Die Höhenlage über Schienenoberkante $= 1,04$ der Buffer der Hauptbahnen haben wir unverändert beibehalten, sie beträgt für die Sekundärbahnen gleichfalls $1,04^m$. Bei Bemessung des horizontalen Abstandes von Mitte zu Mitte haben wir uns jedoch, um das beabsichtigte Normalvollprofil nicht zu überschreiten, eine erhebliche Abweichung gestattet. Während nemlich der horizontale Abstand von Mitte zu Mitte für Hauptbahnen $1,75^m$ betragen soll, ist hierfür bei der Sekundärbahn nur $1,64^m$ vorgeschlagen. Die hierauf bezüglichen Verhältnisse sind in Fig. 11



genau dargestellt und im Folgenden noch besonders behandelt.

Für die Konstruktion des Wagenunterkastens ist vorerst nur von Wichtigkeit, dass wir an jeder Stirnseite zwei Buffer haben, welche möglichst an die Enden der Kopfschwellen rücken und deren Mitte $1,04^m$ hoch über Schienenoberkante liegt. Zunächst ist es deshalb nothwendig, die Hauptträger des Wagens so hoch, wie bei der verringerten Höhe der Achsen und des Wagenbodens über den Schienen nur immer möglich ist, zu legen, damit dieselben direkt die durch die Stösse auf die Buffer ausgeübten Drucke aufnehmen. Eine einfache und zweckmässige Lösung zeigt sich hier, wenn man die Hauptträger so hoch und so weit nach den Seiten rückt, dass dieselben zugleich Wände des Wagenkastens werden. Man hängt die Querträger unten an den Hauptträgern an — anstatt jene über diese hinweg zu legen —, was besonders bei eisernen Querträgern gar keine Schwierigkeit hat. Nach der von uns angestellten Berechnung entspricht ein 20^m hoher $\square$ Träger, dessen Flantschen nach der Innenseite des Wagens gekehrt sind, und dessen unterer Flantsch natürlich noch gerade unter den Bohlen des Wagenbodens liegen muss, den zu erwartenden Belastungen vollständig. Bei dieser geringen Höhe der Hauptträger kommt jedoch die Oberkante der Langträger nicht höher, als $1,05^m$ über Schienenoberkante zu liegen.

Es mussten daher die Kopfschwellen höher als die Langträger genommen werden, um für die Anbringung der Buffer, deren Mitte schon $1,04^m$ über den Schienen liegt, mit Hülsen u. s. f. die erforderliche Fläche zu gewinnen. Desshalb zeigt der Wagen ohne hölzerne Bordwände auf den Langseiten einen Rand von 15^m , auf den Stirnseiten aber einen höheren, nemlich von $23,5^m$. Es müssen daher auch, wie die Längensicht des Wagens Fig. 5, Taf. I zeigt, die übergreifenden unteren Seitenborde an deren Begegnung mit der Kopfschwelle etwas ausgeschnitten sein, desgleichen die unteren Stirnborde etwas niedriger als die Seitenborde sein.

26. Die Hauptträger und Kopfschwellen bilden zugleich einen 15 bis 23,5^{zm} hohen eisernen Rand.

Diese Anordnung der Langträger und der Kopfschwellen des Wagens in doppelter Eigenschaft, nemlich als Träger und als Wände erscheint um so mehr empfehlenswerth, als in vielen Fällen ein höherer Rand gar nicht erforderlich ist, ganz besonders aber desshalb, weil die Ränder des Wagenplateaus, welche vorzugsweise starker Abnutzung ausgesetzt sind, hierdurch, weil ganz von Eisen, sehr dauerhaft werden.

27. Besondere Achsgabelträger erforderlich.

Bei der vorbeschriebenen Anordnung der Langträger rücken dieselben jedoch zu weit nach aussen, um direkt von den Tragfedern unterstützt werden zu können; ebenso ist es nicht thunlich, die Achsgabeln direkt an den Langträgern zu befestigen, und es müssen desshalb noch besondere Achsgabelträger, in den Figuren 12 bis 14 mit *a* bezeichnet, unter den Querträgern *q* angebracht werden. Es ergibt sich dadurch das in den soeben erwähnten und in den weiteren Figuren 5 bis 9, Tafel I und II, deutlich erkennbare System. Je zwei zu einer Achse gehörige Achsgabelträger mit den angenieteten Achsgabeln unterstützen zwei Querträger, diese tragen auf ihren äussersten Enden die Hauptträger; nur ein Querträger, nemlich der in der Mitte des Wagens befindliche, ist angehängt. Sämmtliche Lasten, welche auf den Wagen drücken, werden direkt von den Querträgern, welche die Längsbohlen des Bodens tragen, aufgenommen und auf die Achsgabelträger abwärts übertragen. Nur die Belastung des mittleren angehängten Querträgers wird direkt durch die Hauptträger auf die vorerwähnten übrigen Querträger und wie vorhin weiter abwärts übertragen. An den Achsgabelträgern sind zugleich die Federgehänge und somit die Tragfedern befestigt, und zwar derart, dass die Tragfedern nicht unter, sondern neben den Achsgabelträgern ihre Stelle finden (Figg. 12 bis 14). Hierzu drängt sowohl die beschränkte verfügbare Höhe unter den Querträgern, als auch der Wunsch, die letzteren etwas weiter von den Enden nach innen hin zu unterstützen, um eine günstigere Beanspruchung derselben durch die einwirkenden Belastungen anzubahnen. Die Verbindung der Achsgabelträger mit den Querträgern, sowie dieser mit den Hauptträgern kann durch wenige Niete höchst einfach und hinreichend sicher geschehen, die Verbindung der Hauptträger mit den Kopfschwellen durch starke Winkelstücke mit Niete. Besondere Diagonalversteifungen erscheinen bei den vielfachen undrehbaren Ueberkreuzungen nicht erforderlich.

28. Beanspruchung der Lang-, Quer- und Achsgabelträger.

In diesem Systeme von Trägern treten unstreitig überall recht günstige Verhältnisse für deren Tragkraft ein.

1) Die Langträger haben nur die Belastung des mittleren Querträgers, sowie die halben Belastungen der beiden Endfelder auf Biegung zu übertragen, ferner die Stosswirkungen von den Buffern her aufzunehmen, sind aber gänzlich befreit von den durch die Federgehänge ausgeübten bedeutenden Biegemomenten, welche bei

den Hauptbahnen die Hauptträger noch übernehmen müssen; dieselben gehen hier auf die Achsgabelträger über.

2) Bei allen Querträgern mit Ausnahme des mittleren entlasten die beiden seitlichen Stücke das mittlere Stück sehr gut. Nur der mittlere angehängte Querträger ist ungünstiger belastet und muss stärker gewählt werden.

3) Die Achsgabelträger haben den von den Federgehängen herrührenden Momenten, sowie dem Momente, welches von dem direkt durch das Federgehänge unterstützten Querträger ausgeht, zu widerstehen, jedoch ist der Hebelarm hier nur ein kleiner.

29. Tragfedern.

Hinsichtlich der Tragfedern ist zu bemerken, dass die Entfernung von Auge zu Auge $= 1,0^m$, wie bei den Hauptbahnen als Minimum vorgeschrieben ist, betragen soll. Um die Breite der Feder möglichst zu beschränken, was wegen äusserster Verschiebung der Halszapfen nach dem Rade hin wünschenswerth ist, besteht ein Blattfederwerk aus neun Blättern von 8^m Breite, während bei den Hauptbahnen acht Blätter von 9^m Breite üblich ist.

30. Halszapfen, Achslager, Achsbüchsen.

Ueber die gesammte Gestaltung und Abmessung der Achse mit Rädern haben wir bereits in den Abschnitten 15 und 17 ausführlich gehandelt. Wir heben jedoch hier nochmals das Folgende hervor. Die Breite der Halszapfen würde wohl mit $0,13^m$ in Hinsicht auf Heisslaufen und Abnutzung ausreichen. Die Nothwendigkeit jedoch, die Achslager in genügender Weise durch die Achsgabeln zu fassen, veranlasste die Vergrösserung der Breite auf $0,15^m$; nichtsdestoweniger wurde die Federstützebene auf der der Breite $0,13$ entsprechenden Stellung belassen und dies zwar erstens, um wie gesagt, die Achsgabeln möglichst weit über die Halszapfen zu rücken und zweitens, um die Federstützebene AA der Radstützebene BB möglichst nahe zu bringen, indem die Anlaufbreite von $0,025^m$ genügt, um einen vollständigen Verschluss der Achsbüchse nach dem Rade hin zu ermöglichen.

Für die Schmierung der Achslager ist eine flüssige Oelschmiere nur von unten, etwa nach ähnlichem Principe, wie durch System Beuther u. a. verwirklicht, angenommen. Die Achsbüchse muss hinreichend geräumig sein, um eine bedeutende Quantität Schmiere für lange Zeit aufnehmen zu können, da die Schwierigkeiten beim Abnehmen der Achsbüchsen grösser sind, als bei den Hauptbahnen. Aus demselben Grunde ist eine gute Sicherung gegen Staub und Schmierverlust rund um die beiden Anläufe der Halszapfen von grosser Wichtigkeit; und wir glauben, dass diese am einfachsten durch fest auf die Anläufe der Achse aufgezugene starke Blechringe von der in Fig. 13 angegebenen Querschnittsform, welche sich mit einer gewissen Elasticität gegen die kreisförmigen inneren Ränder der Achsbüchse legen, erreicht werden kann.

31. Verbindung der Federgehänge mit den Achsgabelträgern.

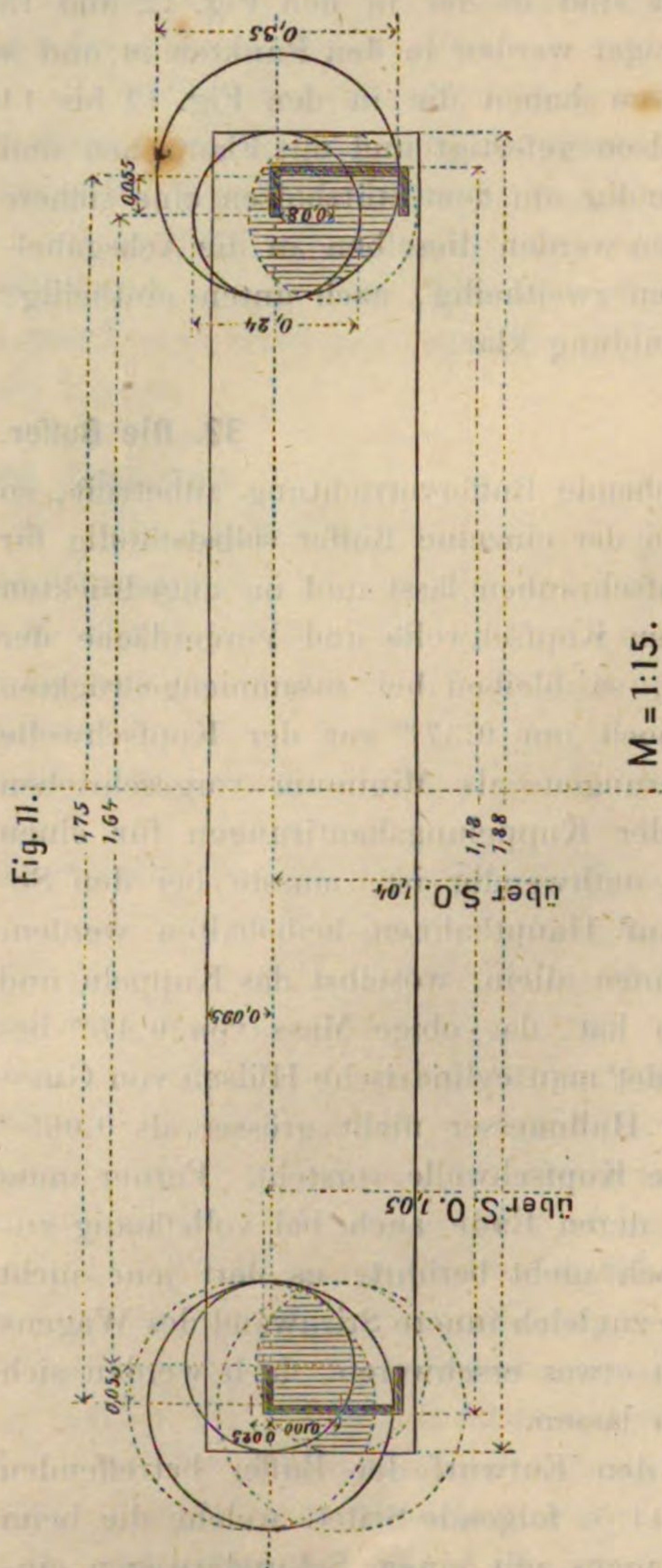
Von besonderem Interesse dürfte noch die Verbindung der Federgehänge mit den Achsgabelträgern sein. Die Achsgabelträger haben im Querschnitt

die $\square$ Form; die zwei Schenkel der Achsgabel sind in der in den Fig. 12 und 13 angegebenen Weise aufgenietet; die Achsgabelträger werden in den Punkten m und n durch zwei Querträger belastet. Die Federstützen haben die in den Fig. 12 bis 14 dargestellte Form, dieselben sind aus Schmiedeisen gefertigt und mit Flantschen und Stehrippen versehen. Die letzteren sind nothwendig um dem Stützbolzen eine sichere Unterstützung zu gewähren; mittelst der ersteren werden dieselben an die Achsgabelträger angenietet. Die Gehänge sind nach oben zweitheilig, nach unten eintheilig; im übrigen wird die Konstruktion aus der Abbildung klar.

32. Die Buffer.

Was die unserem Sekundärwagen zu gebende Buffervorrichtung anbetrifft, so kann jedes Buffersystem gewählt werden, wobei der einzelne Buffer selbstständig für sich federt, sich direkt auf die Kopfschwelle aufschrauben lässt und im ungedrückten Zustande nicht mehr als $0,47^m$ Länge zwischen Kopfschwelle und Vorderfläche der Scheibe erfordert. Gibt man 10^m Federung, so bleiben bei zusammengedrückten Buffern die Vorderflächen der Bufferscheiben noch um $0,37^m$ vor der Kopfschwelle vorspringend, wie durch § 148 der »Vereinbarungen« als Minimum vorgeschrieben wird. Dieses Mass, welches zur Vornahme der Kuppelungshantirungen für einen innerhalb der Buffer stehenden Mann durchaus nothwendig ist, musste bei den Sekundärwagen wegen des Verkehrs derselben auf Hauptbahnen beibehalten werden, während nur in Rücksicht auf die Sekundärbahnen allein, woselbst das Kuppeln und Lösen von ausserhalb der Buffer zu geschehen hat, das obige Mass von $0,47^m$ bedeutend hätte verringert werden können. Wendet man cylindrische Hülsen von Guss- oder Schmiedeisen an, so darf deren äusserer Halbmesser nicht grösser als $0,095^m$ sein, damit die Hülse nach oben nicht über die Kopfschwelle vorsteht. Ferner muss die Bufferstange so kurz bemessen sein, dass deren Ende auch bei vollständig zusammengedrückten Federn die Kopfschwelle noch nicht berührt; es darf jene nicht durch diese hindurchtreten, da die Kopfschwelle zugleich innere Stirnwand des Wagens ist. Dies dürfte die Führung der Bufferstangen etwas erschweren, doch werden sich brauchbare Konstruktionen ohne Zweifel finden lassen.

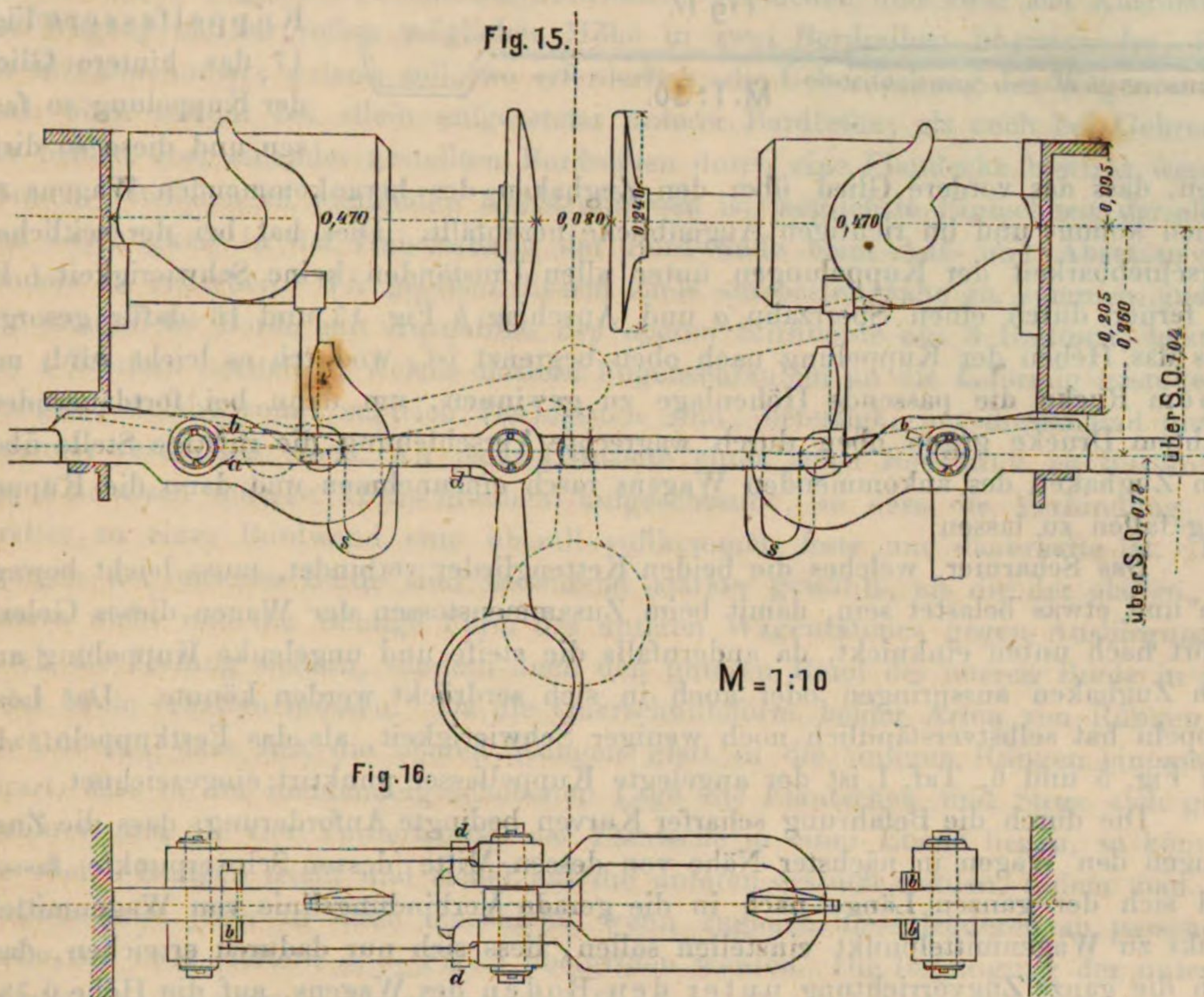
Wir kommen nun zu dem wichtigsten den Entwurf der Buffer betreffenden Umstände und verweisen hier wieder auf Fig. 11 (s. folgende Seite), welche die beim Zusammentreffen der Buffer eines Hauptbahnwagens mit einem Sekundärwagen eintretenden Verhältnisse deutlich zeigt. Jener Umstand besteht nemlich darin, dass die für die Hauptbahnen vorgeschriebene horizontale Entfernung von Mitte zu Mitte der Buffer von $1,75^m$ auf $1,64^m$ — wie bereits in Abschnitt 25 hervorgehoben — und zugleich der Durchmesser der Bufferscheiben von $0,35^m$ auf $0,24^m$ verringert worden ist. Dies bewirkt eine Verminderung des grössten horizontalen Abstandes der äusseren Bufferscheibenränder von $2,10^m$ auf $1,88^m$; dieselbe ist unumgänglich nothwendig, da die Breite des Unter- wie Oberkastens der Wagen im übrigen nirgends mehr wie $1,9^m$ beträgt. Die aus obiger Anordnung beim Zusammentreffen eines Hauptbahn- und Sekundärbahnwagens sich zeigende horizontale Entfernung der Mittelpunkte zweier aufeinandertreffender Buffer hat nach unserer Meinung bei den üblichen kräftigen Bufferkonstruktionen durchaus kein Bedenken. Ein solches könnte vielleicht eher hinsichtlich der Verminderung des Durchmessers der Bufferscheiben (in Verbindung mit obiger Verminderung des Abstandes) gerechtfertigt scheinen. Es ist auf der linken



Seite der Fig. 11 der denkbar ungünstigste Fall dargestellt, wo die Buffer des Hauptbahnwagens $0,025^m$ über der normalen Höhe, die des Sekundärwagens $0,100^m$ unter der normalen Höhe (vergl. § 147 der »Vereinbarungen«) stehen. Die Fläche, mit welcher sich die Buffer in diesem Falle noch decken, ist durch Schraffirung hervorgehoben. Die rechte Seite der Fig. 11 stellt den wahrscheinlich höchstens nur eintretenden Fall dar, wo der lothrechte Abstand der Buffermitten $0,08^m$ beträgt. In beiden Fällen aber scheint uns die schraffierte Fläche noch hinreichend gross zu sein, um ein gegenseitiges Zurseite-drücken oder Verfehlen der Buffer unmöglich erscheinen zu lassen. Sollten dennoch unüberwindliche Bedenken in dieser Hinsicht vorwalten, so würden diese sicherlich dadurch zu heben sein, dass man den Bufferscheiben der Sekundärwagen der Höhe nach denselben Durchmesser wie bei den Hauptbahnen $= 0,35^m$, der Breite nach aber den eben vorgeschlagenen von $0,24^m$ beliesse. Mittelt im Querschnitte quadratischer Bufferstangen und desgleichen Führungen würde sich dies unschwer durchführen lassen. Auf einer Herabminderung der horizontalen Entfernung von Mitte zu Mitte auf $1,64^m$ und des horizontalen Durchmessers der Bufferscheiben auf $0,24$ bis $0,26^m$ würden wir jedoch unbedingt bestehen bleiben.

33. Die Kuppelung.

Der Entwurf für die Kuppelung der Sekundärwagen ist in den Fig. 15 und 16 in $\frac{1}{10}$ der Natur dargestellt. Der Kuppelungsapparat ist ein doppelter, nemlich für den Verkehr auf Haupt- und Sekundärbahnen verschiedener. Der letztere, welcher zwischen Sekundärwagen und Sekundärwagen in Anwendung kommt, hat zunächst die Eigenthümlichkeit, dass die Zughaken mit ihrem Zubehör an den Kopfschwellen in horizontalen Führungen, welche volle seitliche Verschiebbarkeit in gewissen Grenzen gestatten, beweglich sind. Siehe die Fig. 5, 8 und 9, Taf. I und II. Die mit den Zughaken steif verbundenen Zugstangen haben hinter dem zunächst auf die Mitte folgenden Querträger ein Gelenk. Mittelt eines in der Nähe der Mitte angebrachten Blattfederwerkes ist der Wagen mit der ununterbrochen durchgehenden Zugvorrichtung in Zusammenhang gebracht. Auf Sekundärbahnen, wo sehr enge



Kurven zu befahren sind, hat diese Anordnung den Vortheil, dass die Zugkraft den Wagen in nächster Nähe des Schwerpunktes angreift, wodurch ein leichtes und nachgiebiges Einstellen in den Kurven bewirkt wird.

Die eigentliche Kuppelungsvorrichtung besteht in einem Zughaken und in einer zweigliedrigen Kuppelung, welche mit einem Gewichte zum Einknicken der Glieder beim Losewerden der Zugapparate versehen ist. Eine in der Länge regulirbare Schraubenkuppelung, deren unbedingte Nothwendigkeit auch bei Hauptbahnen zweifelhaft sein dürfte, scheint nicht erforderlich. Der grosse Nachtheil der Schraubenkuppelung der Hauptbahnen ist der, dass dieselbe dreigliedrig ist, d. h. dass dieselbe drei Drehpunkte hat; dieser Umstand erschwert die Erreichung des so erstrebenswerthen Zieles, das Fest- und Loskuppeln der Wagen durchgehends von ausserhalb der Buffer zu bewirken, ausserordentlich oder richtiger: es macht dieselbe geradezu unausführbar. Die durch das Ausschreiben des »Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen« hervorgerufenen Versuche und Projekte, und zwar die bekanntesten und besten derselben, leiden an einer Komplizirtheit, welche an eine allgemeine Einführung nicht denken lässt und welche lediglich nur eine Folge der Dreitheiligkeit der Kuppelung ist. Wir wählen also eine zweigliedrige Kuppelung, welche sich durch Ansätze *d* Fig. 15 und 16 leicht so einrichten lässt, dass beim Aufheben des hinteren Gliedes das vordere einfach als steife Verlängerung des ersteren mit nach oben genommen wird. Bringt man Stützen *s* an den Bufferhülsen an, so kann man



leicht mittelst eines Kuppelfassers Fig. 17 das hintere Glied der Kuppelung so fassen und diese so diri-

gieren, dass das vordere Glied über den Zughaken des herankommenden Wagens zu stehen kommt und im richtigen Augenblicke herabfällt. Dies hat bei der seitlichen Verschiebbarkeit der Kuppelungen unter allen Umständen keine Schwierigkeit. Es ist ferner durch einen Sperrzahn *a* und Anschlag *b* Fig. 15 und 16 dafür gesorgt, dass das Heben der Kuppelung nach oben begrenzt ist, wodurch es leicht wird, mit einem Rucke die passende Höhenlage zu gewinnen, um dann bei fortdauerndem leichtem Drucke gegen oben durch wagrechte Verschiebung die richtige Stelle über dem Zughaken des ankommenden Wagens rasch einzunehmen und dann die Kuppelung fallen zu lassen.

Das Scharnier, welches die beiden Kettenglieder verbindet, muss leicht beweglich und etwas belastet sein, damit beim Zusammenstossen der Wagen dieses Gelenk sofort nach unten einknickt, da andernfalls die steife und ungelenke Kuppelung aus dem Zughaken ausspringen oder auch in sich zerdrückt werden könnte. Das Loskuppeln hat selbstverständlich noch weniger Schwierigkeit, als das Festkuppeln. In den Fig. 5 und 6, Taf. I ist der angelegte Kuppelfasser punktirt eingezeichnet.

Die durch die Befahrung scharfer Kurven bedingte Anforderung, dass die Zugstangen den Wagen in nächster Nähe von dessen Mitte (dessen Schwerpunkte) fassen und sich der ganzen Länge nach in die gerade Verbindungslinie von Wagenmittelpunkt zu Wagenmittelpunkt einstellen sollen, liess sich nur dadurch erreichen, dass man die ganze Zugvorrichtung unter den Boden des Wagens, auf die Höhe 0,78^m über Schienenoberkante legte. Die Zugvorrichtungen der Hauptbahnen liegen auf 1,04^m über Schienenoberkante. Von einer direkten Verbindung dieser beiden in so höchst verschiedener Höhe belegenen Zugvorrichtungen kann selbstverständlich nicht die Rede sein. Da für den Verkehr auf Hauptbahnen die obige Rücksicht auf das Befahren scharfer Kurven wegfällt, zeigt sich der einfache Ausweg, dass man einem jedem Sekundärwagen an jeder Stirn noch einen Zughaken in der den Zugvorrichtungen der Hauptbahnen entsprechenden Höhe gibt. Die übrigen Kuppelungsglieder hier gleichfalls noch anzubringen, ist nicht erforderlich, da jedesmal die Kuppelung des anschliessenden Hauptbahnwagens benutzt werden kann. Diese oberen Zughaken müssen, da sie den Wagen direkt an der Kopfschwelle fassen, gut elastisch hinterstützt sein, wodurch sich ein kleiner Einbau in den unteren Wagenraum nicht umgehen lässt. Die Seitenwände dieser kleinen Einbaue aus starkem Eisenblech hergestellt und einerseits mit der Kopfschwelle, andererseits mit kleinen Längsträgern *l* Fig. 8 und 9, Taf. I und II durch Winkel und Nieten verbunden, während letztere wiederum an die Kopfschwelle und den nächsten Querträger kräftig befestigt sind, gewähren der Kopfschwelle eine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen die vom oberen Zughaken ausgeübten Drücke.

34. Die Bordwände und die Plandecke.

Was die Umschliessung des Ladungsraumes betrifft, so soll diese, wie bereits bekannt, oberhalb der eisernen 15 bis 23,5^{cm} hohen Umrahmung des Wagen-

bodens durch ringsum abnehmbare Bordwände geschehen und zwar bei Ausrüstung des Wagens bis zur vollen möglichen Höhe in zwei Bordreihen übereinander, jede für sich abnehmbar; sodann soll, wo erforderlich, die Ueberdeckung des Wagenraumes nach oben sowohl bei allein aufgesetzter unterer Bordreihe, als auch bei Gebrauch der beiden über einander gestellten Bordreihen durch eine Plandecke bewirkt werden können. Bei den zu wählenden Konstruktionen ist möglichste Einfachheit derselben und Leichtigkeit in der Handhabung der Bordwände beim Auf- und Absetzen besonders zu erstreben. Wir glauben diesem Ziele am besten nahe zu kommen, indem wir sämtliche Borde mit Ausnahme der oberen Stirnborde aus 3 Brettern, letztere aus 4 Brettern herstellen, welche mittelst Fugenschrauben an die $\sqsubset$ förmig gestalteten Rungen, welche somit zugleich Deckleisten sind, befestigt, mit diesen und untereinander verbunden sind. An jeder Hirnseite einer jeden Bordwand ist ausserdem ein Flacheisen mittelst Holzschrauben aufgeschraubt, so dass die Verbindung der Bretter zu einer Bordwand eine überall vollkommen feste und dauerhafte ist. Die Rungen der unteren Borde sind bedeutend stärker gewählt, als die der oberen, da erstere nicht nur die richtige Form des unteren Wagenraumes gegen Ausbiegungen durch die Ladung sichern, sondern auch den unteren Rand der oberen Borde in gerader Linie erhalten müssen. Da die Querschnittsform beider Arten von Rungen so gewählt ist, dass sich die oberen Rungen glatt in die unteren Rungen einpassen, derart, dass in der ineinandergeschobenen Lage die Flantschen und Stege sich glatt berühren und die vier Vorderkanten der Flantsche in einer Ebene liegen, so können die oberen Rungen leicht und sicher auf die unteren gestützt werden, indem man die Aufsatzstücke jener in diese einschiebt, wenn zugleich diese letzteren an passender Stelle von zwei Haltern a_1 a_2 Fig. 5 übergriffen werden. Die Befestigung der unteren Rungen an die eisernen Langträger und Kopfschwellen geschieht durch Einschieben der Aufsatzstücke in die auf jene aufgenieteten Runghalter a_3 und in die kleine Hakenstütze h Fig. 5, Taf. I, welche jedoch in Fig. 13 noch deutlicher (einpunktirt) zu sehen ist. Alle Längsborde greifen über die Stirnborde vor und stützen sich nach innen gegen dieselben; sodann sind je zwei obere Borde an jeder Wagenecke mit je zwei Krampen, welche übereinandergreifen, versehen; je zwei untere Bordwände aber nur mit je einem solchen Krampen, indem der feste Anschluss der Längsborde am eisernen Plateaurande durch die aufgenieteten Plättchen p bewirkt wird.

Beim Gebrauche der Plandecke zur Abdeckung des Wagens müssen leichte eiserne Spriegel s von in der Mitte nach oben gebogener Form aufgesetzt werden können, um die Plandecke in eine zweckentsprechende und den Wasserablauf begünstigende Lage zu bringen. Diese Spriegel sind aus gebogenem Flacheisen hergestellt, welches nach der Sehne durch eine schwache Zugstange z von Rundeisen in richtiger Form erhalten wird. Diese letztere hat zugleich noch den besonderen Zweck, bei Benutzung des Wagens in der Ausrüstung mit beiden Bordreihen den oberen Längsborden nöthigenfalls einen sehr wirksamen Zusammenhalt gegen ein Auseinandertreiben durch die Ladung zu gewähren. Das Aufsetzen der Deckenspriegel muss sowohl bei nur aufgesetzter unterer, wie bei Benutzung beider Bordreihen möglich sein. In Fig. 5 und 7 ist der letztere Fall dargestellt. Zum angegebenen Zwecke ist jedes Ende eines Spriegels zu einer Hülse umgebogen und trägt einen Stift von entsprechender Stärke an einer kleinen Kette. Die Spriegel, welche genau die Breite gleich der inneren Steghöhe der oberen Rungen haben, werden in diese mit

beiden Enden eingeschoben und mittelst Vorschieben des Stiftes durch in der Runge entsprechend vorgesehene Löcher und durch die Hülse befestigt. Das Gleiche lässt sich auch bei nur aufgesetzter unterer Bordreihe, dafern nur die beiden Stiftlöcher in den unteren Rungen ebenfalls vorgesehen sind, mit derselben Einfachheit bewerkstelligen; wie bei *d* Fig. 5 punktirt angedeutet ist. An jedem Borde ist ferner eine Reihe kleiner Oesen *o* zum Durchziehen der Plandeckenschnur angebracht, mit welcher diese lediglich befestigt zu werden braucht. Endlich ist jede Bordwand noch mit zwei Griffen zum Aufsetzen und Abheben versehen.

Wir glauben, dass wir in der soeben beschriebenen Umschliessung und Ueberdeckung des Wagenraumes eine einfache und wohlfeil auszuführende Lösung unserer Aufgabe gegeben haben; der Aufbau und Zusammenhalt der Bordkasten dürfte ein solider und das Aufsetzen und Abheben der Bordwände und Spriegel, sowie die Anbringung und Entfernung der Plandecke möglichst leicht und einfach sein. Jedoch lassen die Details der Befestigungsvorrichtungen und Beschläge wohl noch manche Verbesserungen zu, welche sich bei der Aufstellung des detaillirten Projectes leicht ergeben werden.

Es sei hiermit die Beschreibung und Begründung unseres Entwurfs für den Normalgüterwagen ohne Bremse beendigt, und wenden wir uns dazu, diejenigen wenigen Abänderungen zu beschreiben, welche der vorbeschriebene Entwurf behufs Schaffung eines Güterwagens mit Bremse erfahren muss.

35. Güterwagen mit Bremse.

Der Güterwagen mit Bremse, in Fig. 18 und 19 auf Taf. III dargestellt, unterscheidet sich von dem Normalgüterwagen ohne Bremse in seinem gesammten Aufbaue bis zu den eisernen Hauptträgern einschliesslich im wesentlichen gar nicht; es sind nur ausserdem die zu einer guten Bremsvorrichtung erforderlichen Stücke angebracht. Erst vom Wagenboden ab aufwärts wird ein Unterschied bemerklich. An einer Stirnseite des Wagens wird der Raum von der Kopfschwelle bis zum ersten Querträger für den Bremserstand oder -sitz vorbehalten. Ueber dem erwähnten Querträger findet anstatt der beiden beweglichen Stirnborde eine einzige feste Stirnwand Platz, welche zugleich den Rücken des Bremser-sitzes bildet und an welche sich oben eine Bedachung anschliesst. Nach vorn ist diese Bedachung des Bremser-sitzes durch zwei eiserne Ständer auf die Kopfschwelle gestützt. Kommt dazu noch eine Brustwehr von Holz oder Eisenblech nach der Stirnseite, ein einfacher Sitz wie der eingezeichnete, welcher sehr gut gegen Wetter von der Seite schützt, dazu noch zwei Tritte zum Aufsteigen und endlich die Bremswelle mit Kurbel und Ständer, so ist die Ausrüstung eines geräumigen und zweckmässigen und eines weit erträglicheren Bremser-sitzes, als die offenen Sitze auf den Wagenverdecken der Hauptbahnen, fertig.

Die lichte Weite des Bremserstandes in der Länge des Wagens beträgt 0,88^m. Dieselbe Länge kommt von derjenigen des Laderaumes in Abzug, im übrigen ist jedoch die ganze Anordnung und Konstruktion des Wagens genau dieselbe, wie die des oben ausführlich beschriebenen Güterwagens ohne Bremse. Auch die Tragfähigkeit soll wegen der Verkürzung des Laderaumes durchaus nicht verringert werden, da ein Bremswagen im Zuge um so kräftiger bremsend auf die anderen Wagen wirkt, je schwerer er belastet ist. Allerdings wird einige Aufmerksamkeit erforderlich sein, um eine stets gleichmässige Belastung beider Achsen einzuhalten. Die

Anbringung der Aufsteigetrichte erfolgt in der Weise, dass nirgends die Gesamtbreite $= 1,9^m$ des Wagens überschritten wird.

Weiterer Erläuterungen über den Güterwagen mit Bremse bedarf es nicht. Nur wollen wir noch bemerken, dass die für den Bremserstand vorgesehene Breite von $0,88^m$ eine sehr reichliche ist und dass wohl schon $0,5^m$ bis $0,6^m$ völlig für diesen Zweck ausreichen würde. Die gegebene Anordnung hat nur den Vortheil, dass die Stirnwand am Bremserstande gerade auf einen bereits vorhandenen Querträger zu stehen kommt, während anderenfalls wohl noch ein weiterer Querträger erforderlich würde. Doch mag es vielleicht zweckmässiger erscheinen, diese Rücksicht aufzugeben und die Breite des Bremserstandes auf das obige geringere Mass zu bringen.

E. Der Normal-Personenwagen der Sekundärbahn.

36. Der Normal-Personenwagen.

Nimmt man den von dem Normal-Güterwagen allseitig eingenommenen Raum, so lässt sich in denselben sehr leicht eine durchaus zweckmässige Form eines Personenwagens hinein entwerfen. Fig. 20 und 21 auf Tafel III zeigt unseren Entwurf. Zunächst bleibt der ganze untere Bau des Wagens bis einschliesslich der Hauptträger, Kopfschwellen, Zug- und Stossvorrichtungen genau der des Normal-Güterwagens, mit der einzigen Massgabe, dass um die erforderlichen Auftrittsbreiten für die Reisenden zu gewinnen, die Hauptträger auf den Abstand $1,16^m$ zusammengedrückt sind. Ferner kommen die oberen Zughaken in Wegfall, da diese Personenwagen nicht auf die Hauptbahnen übergehen sollen. Sollte das Bedürfniss vorliegen, die Wagen aus Gründen der Reparatur oder der Aushilfe bei einer anderen Sekundärbahn ausnahmsweise dann und wann in Hauptbahnzügen mitlaufen zu lassen, so kann man sich für solche Fälle leicht in irgend einer Weise behelfen. Am besten werden wohl in diesem Falle die Wagen an das Ende des Hauptbahnzuges angehängt.

Der Personenwagen erhält nur an einer Seite am Ende des Wagens eine Plattform von der gleichen Breite, wie der Bremserstand am Bremswagen, nemlich bis zum ersten Querträger reichend. Diese Breite kann hier natürlich nicht, wie wohl am Bremsgüterwagen, noch verringert werden, reicht aber andererseits für das Ein- und Aussteigen der Reisenden völlig hin. Die Aufsteigetrichte führen nach dieser Plattform und zwar, wie Fig. 21 zeigt, in Folge der Zusammenrückung der Hauptträger des Wagens, in einer bequemen Weise. Es lässt sich nicht vermeiden, dass man über die Hauptträger hinweg wieder 15^m nach abwärts steigen muss, doch kann man sich dies bei einer Sekundärbahn noch wohl gefallen lassen. In jeder Stirnwand des Wagens befindet sich eine Schiebethür; die Wagen sind auf ununterbrochenen Durchgang durch den Zug, soweit in demselben Personenwagen gehen, eingerichtet, also mit Uebergangsplatten und Geländern von Stirn zu Stirn versehen.

Der innere Wagenraum hat in der Quere im Lichten etwas über $1,7^m$, welche Breite zu Sitzen für einander gegenüberstehende Personen mit Durchgang in der Mitte gerade und völlig ausreicht; es ist dies die lichte Breite, welche auch die Koupés

guter Wagen III Klasse der Hauptbahnen aufweisen. Die Sitze laufen also zu beiden Seiten an den Langwänden des Wagens hin. Die Länge des umschlossenen Raumes beträgt im Lichten rund $4,5^m$. Für III Klasse genügt eine Sitzbreite von $0,5^m$, wie dies auch die übliche auf den Hauptbahnen ist; demnach können in einer Reihe 9 Personen, also in einem Wagen im ganzen 18 Personen Platz finden. Für II Klasse würde derselbe Raum mit $2 \cdot 7 = 14$ Personen zu besetzen sein. Es versteht sich, dass nur von der Anwendung dieser beiden Wagenklassen, welche in ihrer Ausstattung eben denselben Klassen auf den Hauptbahnen gleichen, für die Sekundärbahn die Rede sein kann. Die Höhe des Wagens im Lichten von in der Mitte $1,97^m$, welche sich bis zu den Seitenwänden auf $1,77^m$ ermässigt, ist eine durchaus zweckentsprechende. Die Fenster an den Langseiten der Personenwagen müssen vergittert sein, um ein Herausbeugen der Reisenden aus demselben zu verhindern, welches bei dem nur mässigen Spielraume zwischen Normalvoll- und Normallichtprofil mit Gefahr verbunden sein würde. Das Besteigen der Personenwagen kann durch Anwendung eines $0,2^m$ über Schienenoberkante hohen Perrons, wie Fig. 21 zeigt, erleichtert werden; diese Höhe von $0,2^m$ dürfte das Minimum für einen Personenperron sein; sehr bequem würde jedoch das Einsteigen durch einen — wie gleichfalls aus Fig. 21 zu ersehen — Perron von $0,43^m$ Höhe gemacht.

Es ist noch zu erwähnen, dass der verringerte Abstand der Langträger des Wagens von $1,16^m$ ein Abstützen der nach aussen vorstehenden Enden der Kopfschwellen nothwendig macht, damit dieselben nicht etwa durch die von den Buffern aufgenommenen Stösse gebogen werden. Dies geschieht durch die in Fig. 20 sichtbaren Winkelplatten w an jedem Trägerende.

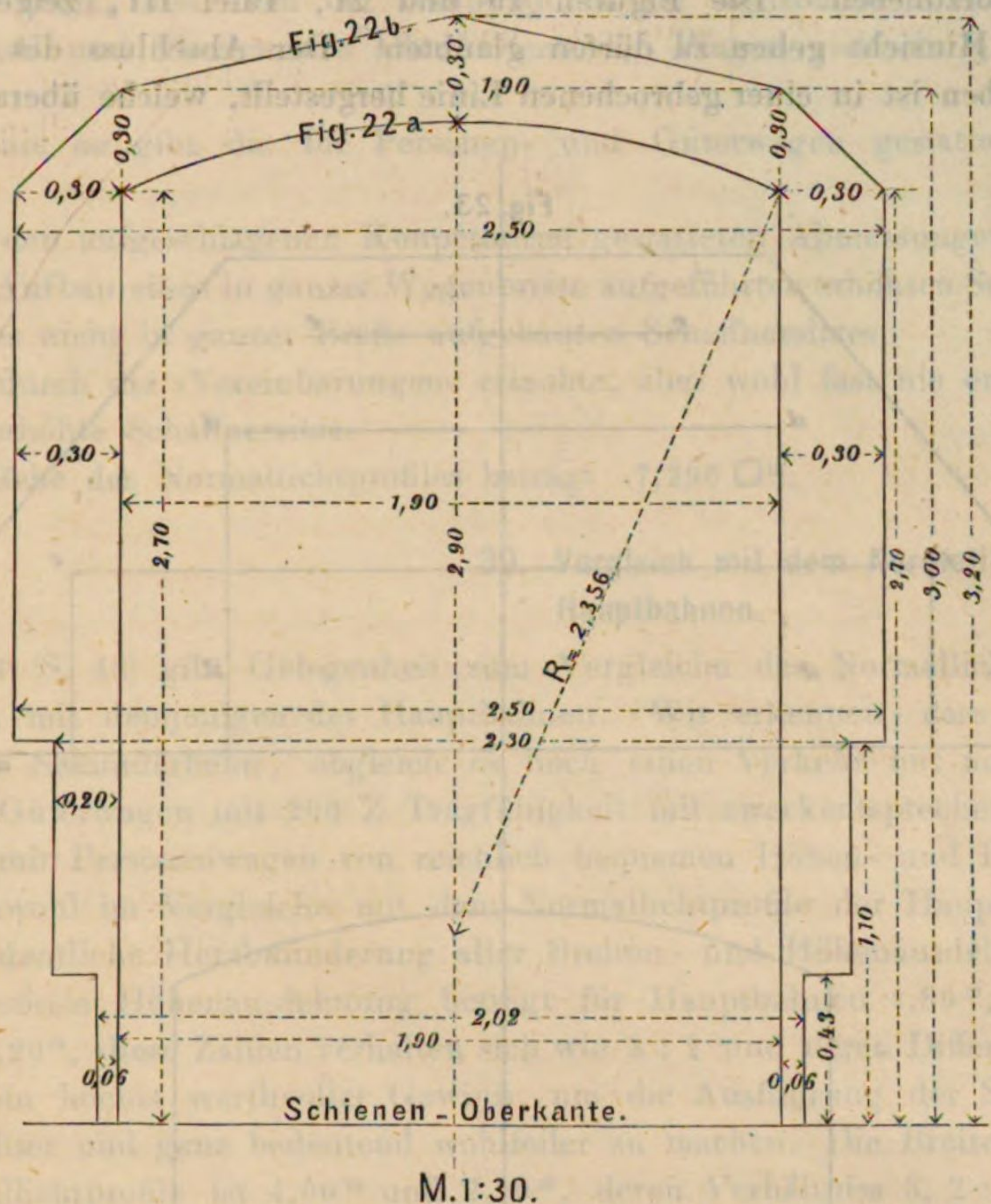
F. Die Normalprofile.

37. Das Normalvollprofil.

Nachdem die Entwürfe für den Normalgüterwagen mit und ohne Bremse, sowie für den Normalpersonenwagen feststehen, kann nunmehr das Normalvollprofil, innerhalb dessen sich alle beladenen oder unbeladenen Fahrzeuge der Sekundärbahn in ihrer Ausdehnung halten müssen, aufgestellt werden.

Fig. 22 *a* zeigt das von uns entworfene Normalvollprofil.

Dass die Breite desselben nirgends mehr als $1,90^m$, die gesammte Höhe in der Mitte $= 2,90^m$, und an den Seiten um $0,20^m$ weniger $= 2,70^m$ betragen musste, ergibt sich aus den Querschnitten und Stirnansichten des Normalgüter- und des Normalpersonenwagens ohne weiteres; ebenso dass die erwähnten Höhenpunkte durch einen Kreisbogen verbunden werden mussten. Es könnte aber scheinen, als ob unterhalb des von den Tritten der Personenwagen und der Bremsgüterwagen noch bestrichenen Raumes eine Reduktion der Breite des Normalvollprofils, vielleicht zu Gunsten der Perrons oder dergl. möglich wäre. Dem ist jedoch die Rücksicht auf die Anbringung der Kuppelstangen für die Lokomotiven entgegen, welche nothwendigerweise ausserhalb der Räder angebracht werden müssen. Indem wir auch hier die Breite $= 1,90^m$ beibehalten, wird dieser Bedingung gerade genügt werden. Das Normalvollprofil

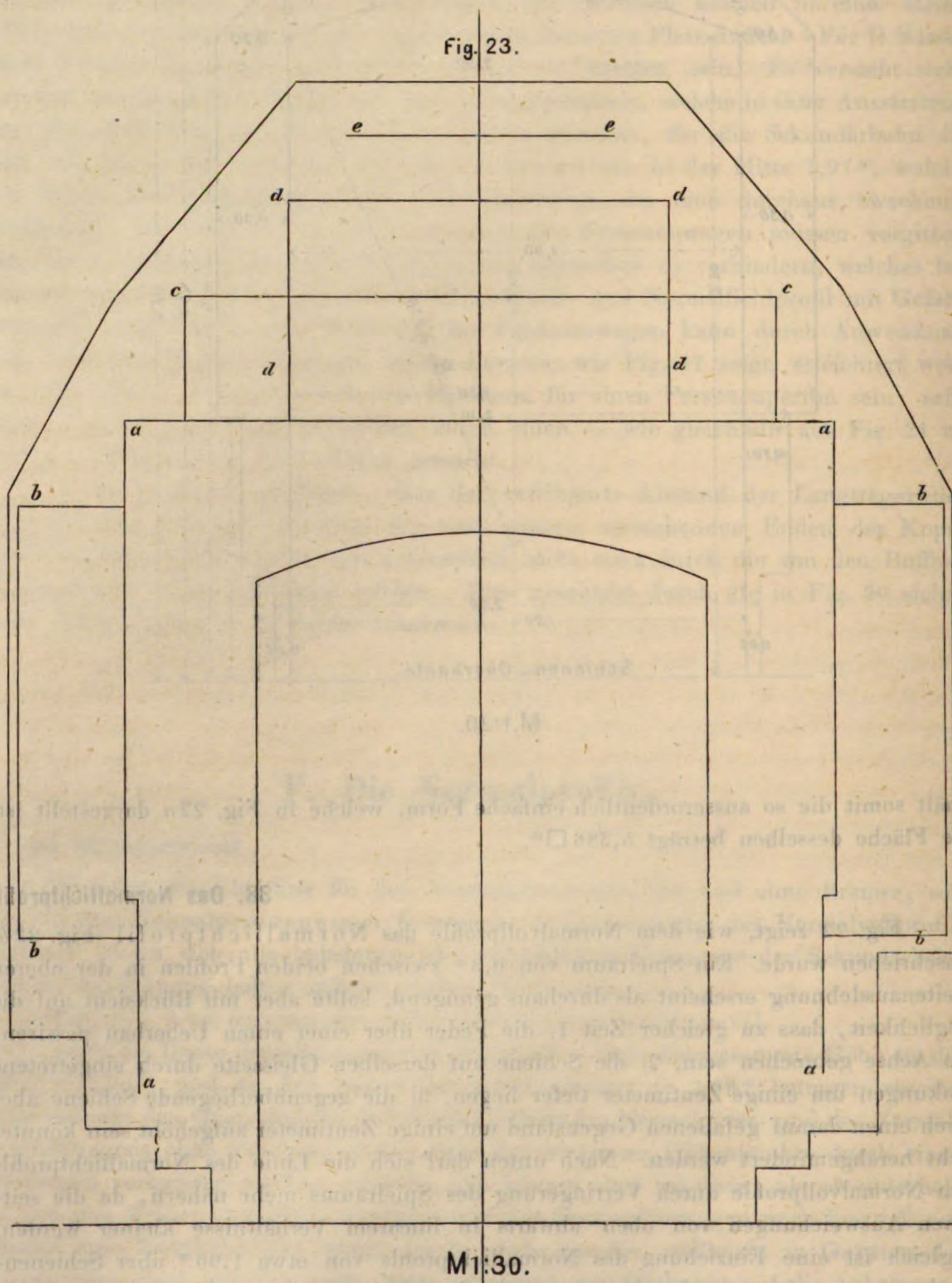


erhält somit die so ausserordentlich einfache Form, welche in Fig. 22a dargestellt ist. Die Fläche desselben beträgt $5,386 \text{ m}^2$.

38. Das Normallichtprofil.

Fig. 22 zeigt, wie dem Normalvollprofile das Normallichtprofil (Fig. 22b) umschrieben wurde. Ein Spielraum von $0,3 \text{ m}$ zwischen beiden Profilen in der oberen Breitenausdehnung erscheint als durchaus genügend, sollte aber mit Rücksicht auf die Möglichkeit, dass zu gleicher Zeit 1) die Feder über einer einen Ueberbau passierenden Achse gebrochen sein, 2) die Schiene auf derselben Gleisseite durch eingetretene Senkungen um einige Zentimeter tiefer liegen, 3) die gegenüberliegende Schiene aber durch einen darauf gefallenen Gegenstand um einige Zentimeter aufgehört sein könnte, nicht herabgemindert werden. Nach unten darf sich die Linie des Normallichtprofils dem Normalvollprofile durch Verringerung des Spielraums mehr nähern, da die seitlichen Ausweichungen von oben abwärts in linearem Verhältnisse kleiner werden. Zugleich ist eine Einziehung des Normallichtprofils von etwa $1,00 \text{ m}$ über Schienenoberkante an sehr zu wünschen, um die Sockel der herantretenden Gebäude aller Art, insbesondere der Ueberführungen über die Bahn, der Futter- und Widerlagsmauern, ganz vorzüglich solcher mit rückseitigen Unterschneidungen über den Fundamenten hineinverlegen zu können. Dazu ist noch die Rücksicht auf Anlegung von

Perrons hervorzuheben. Die Figuren 19 und 21, Tafel III, zeigen, wie weit wir in dieser Hinsicht gehen zu dürfen glaubten. Der Abschluss des Normallichtprofils nach oben ist in einer gebrochenen Linie hergestellt, welche überall nahe $0,3^m$



Abstand vom Normalvollprofile hat. Als Spielraum für die Höhe ist dies ein mehr als reichliches Mass. Die Abstumpfung der äussersten Ecken unter 45° wird besonders bei Brücken von Stein und Holz erwünscht sein.

Fig. 23 zeigt, dass auch bei Hauptbahnen der horizontale Abstand zwischen Normallichtprofil und Theilen des Oberkastens der Wagen vielfach $0,3^m$ und weniger ist.

Die Linie *aa* gibt die für Personen- und Güterwagen gestatteten Ausdehnungen an,

bb die den aufgeschlagenen Koupéthüren gestatteten Abmessungen,

cc den Aufbau eines in ganzer Wagenbreite aufgeführten erhöhten Schaffnersitzes,

dd eines nicht in ganzer Breite aufgebauten Schaffnersitzes,

ee die durch die »Vereinbarungen« erlaubte, aber wohl fast nie erreichte Maximalhöhe für erhöhte Schaffnersitze.

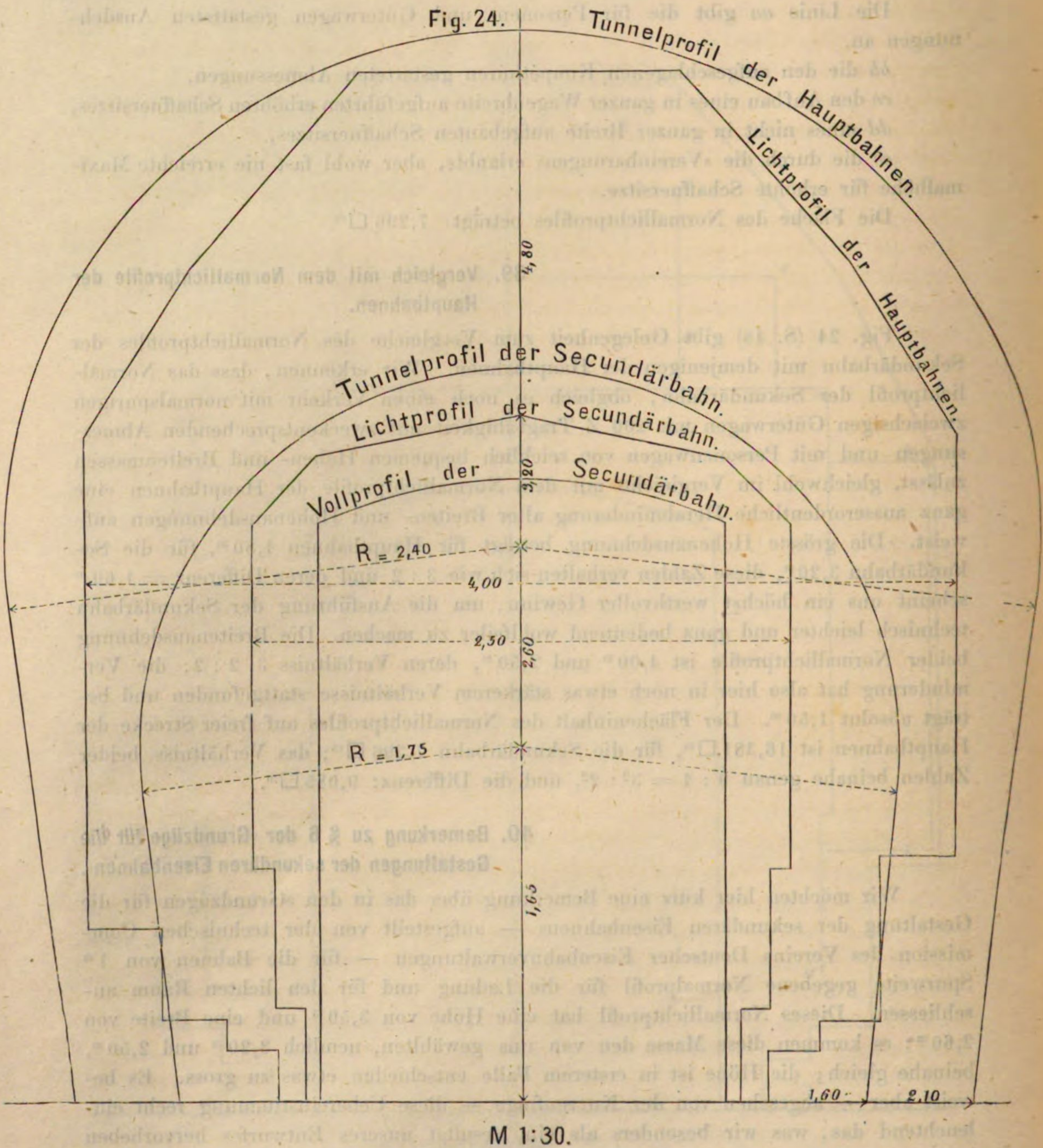
Die Fläche des Normallichtprofiles beträgt: $7,296 \square^m$.

39. Vergleich mit dem Normallichtprofile der Hauptbahnen.

Fig. 24 (S. 48) gibt Gelegenheit zum Vergleiche des Normallichtprofiles der Sekundärbahn mit demjenigen der Hauptbahnen. Wir erkennen, dass das Normallichtprofil der Sekundärbahn, obgleich es noch einen Verkehr mit normalspurigen zweiachsigen Güterwagen mit 200 Z Tragfähigkeit mit zweckentsprechenden Abmessungen und mit Personenwagen von reichlich bequemen Höhen- und Breitenmassen zulässt, gleichwohl im Vergleiche mit dem Normallichtprofile der Hauptbahnen eine ganz ausserordentliche Herabminderung aller Breiten- und Höhenausdehnungen aufweist. Die grösste Höhenausdehnung beträgt für Hauptbahnen $4,80^m$, für die Sekundärbahn $3,20^m$, diese Zahlen verhalten sich wie $3 : 2$ und deren Differenz $= 1,60^m$ scheint uns ein höchst werthvoller Gewinn, um die Ausführung der Sekundärbahn technisch leichter und ganz bedeutend wohlfeiler zu machen. Die Breitenausdehnung beider Normallichtprofile ist $4,00^m$ und $2,50^m$, deren Verhältniss $3, 2 : 2$; die Verminderung hat also hier in noch etwas stärkerem Verhältnisse stattgefunden und beträgt absolut $1,50^m$. Der Flächeninhalt des Normallichtprofiles auf freier Strecke der Hauptbahnen ist $16,381 \square^m$, für die Sekundärbahn $7,296 \square^m$; das Verhältniss beider Zahlen beinahe genau $9 : 4 = 3^2 : 2^2$, und die Differenz: $9,085 \square^m$.

40. Bemerkung zu § 6 der »Grundzüge für die Gestaltungen der sekundären Eisenbahnen«.

Wir möchten hier kurz eine Bemerkung über das in den »Grundzügen für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen« — aufgestellt von der technischen Commission des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen — für die Bahnen von 1^m Spurweite gegebene Normalprofil für die Ladung und für den lichten Raum anschliessen. Dieses Normallichtprofil hat eine Höhe von $3,50^m$ und eine Breite von $2,60^m$; es kommen diese Masse den von uns gewählten, nemlich $3,20^m$ und $2,50^m$, beinahe gleich; die Höhe ist in ersterem Falle entschieden etwas zu gross. Es beweist aber — abgesehen von der Kurvenfrage — diese Uebereinstimmung recht einleuchtend das, was wir besonders als ein Resultat unseres Entwurfes hervorheben wollten, nemlich, dass man mit einer normalspurigen Bahn recht gut alles erreichen kann, was man mit einer 1^m -spurigen Bahn erreichen will, indem wir ja in einer ganz ungezwungenen und natürlichen Weise zu beinahe dem gleichen Normalprofile, wie in den erwähnten »Grundzügen« enthalten, gelangt sind.



So gerne wir nun auch die beiden Hauptdimensionen dieses Normallichtprofiles, welche von unseren obigen nicht zu bedeutend abweichen, gelten lassen möchten, so können wir uns doch mit dem Verhältnisse, in welchem dieses Profil zu dem zugehörigen Maximalladeprofile steht, nicht entfernt einverstanden erklären. Der Spielraum zwischen beiden Profilen in der Breite beträgt nemlich nicht mehr als $0,15^m$ und in der Höhe an schmalster Stelle nur $0,10^m$. Mit Rücksicht darauf, dass bei schmalerer Spur, aber gleicher Höhe der Fahrzeuge die oberen Seitenausweichungen bedeutend grösser sein müssen, als bei normaler Spur, erscheint der erwähnte Spielraum von nur $0,15^m$ nach der Breite geradezu unbegreiflich klein: Denn es muss Jedermann, welcher sich ein Urtheil über die beim Passiren so bemessener Fahrzeuge durch ein Bauwerk vom zugehörigen Lichtprofile in Betracht zu ziehenden Möglichkeiten bildet, sofort klar werden, dass hier mehr als das doppelte, wie geschehen, an Spielraum gewährt werden muss, also allermindestens $0,35^m$. Die Höhe des Maximalladeprofiles $= 3,50^m$ erscheint aber mit Rücksicht auf die schmale Spur entschieden bei weitem zu bedeutend bemessen. Sodann wäre der Spielraum von nur $0,10^m$ nach oben in der Mitte wenigstens zu verdoppeln. Diese geringe Grösse der Spielräume dürfte sich um so weniger verantworten lassen, als grössere Geschwindigkeiten bei der Art von Bahnen, für welche die erwähnten Profile bestimmt sind, nicht ausgeschlossen sein sollen. Wir möchten wünschen, dass diese Normalprofile, welche ja für Sekundärbahnen sehr wichtig sind, eine Verbesserung in der bezeichneten Richtung erführen.

41. Das Normaltunnelprofil.

In Fig. 24 finden sich die Tunnelprofile für eingleisige Haupt- und Sekundärbahn; letzteres als Normaltunnelprofil in Aussicht genommen. Das Tunnelprofil für den eingleisigen Tunnel ist in der Weise aus dem Maximalladeprofile oder Normalvollprofile herzuleiten, dass ausserhalb des letzteren noch hinreichender Raum nach beiden Seiten für die gefahrlose Stellung eines Menschen beim Passiren eines Zuges bleibt. Hierfür ist eine freie Weite von $0,5^m$ überall bis zu 2^m Höhe erforderlich; wir haben jedoch für beide Tunnelprofile diesen freien Raum bedeutend reichlicher bemessen. Die grösste Weite im Lichten (Spannweite des Gewölbes) beträgt für Hauptbahnen $2 \cdot 2,40 = 4,80^m$, für Sekundärbahnen $2 \cdot 1,75 = 3,50^m$, letztere also weniger: $1,30^m$. Die Verminderung der Weite $4,80^m$ um ein Drittel $= 1,60^m$ kann hier nicht erreicht werden, da die für die Stellung eines Menschen erforderliche Erweiterung in beiden Fällen die gleiche ist. Jedoch ist die durch die Verringerung der Gewölbe-Spannweite um $1,30^m$ herbeigeführte Verringerung der Kosten des Gewölbes eine höchst bedeutende. Die Verminderung der Lichthöhe von 5^m auf $3,4^m$ beträgt $1,6^m$, also mehr als ein Dritttheil; die Peripherieen der ganzen Tunnelöffnungen (exclus. horizontale Strecke durch Schienenunterkante) beträgt $12,80$ und $8,84^m$, Verminderung $3,96^m$, also beinahe $\frac{1}{3}$. Die gesammte Querschnittsfläche der Tunnels aber beträgt $20,75 \square^m$ und $10,34 \square^m$. Die für die Sekundärbahn erforderliche Tunnelquerschnittsfläche beträgt sonach gerade die Hälfte der für die Hauptbahnen erforderlichen (verhält sich also auch annähernd wie $2^2 : 3^2 = 4 : 9$).

Ueber die Kosten der nach den beiden erwähnten Profilen hergestellten Tunnels lässt sich das folgende überschlägliche Urtheil gewinnen:

Sind die Tunnels in beiden Fällen mit eisernem Einbaue nach Methode R z i h a hergestellt, so sind:

- 1) die Kosten für die Herstellung eines Sohlstollens in beiden Fällen die gleichen;
- 2) die Kosten für die Erweiterung und die Förderung der Erdmassen der Querschnittsfläche proportional, also für die Sekundärbahn halb so gross, als für die Hauptbahn;
- 3) die Kosten der Mauerung, welche bei gleicher Dicke derselben der Peripherie des Tunnelprofils proportional sein, also sich für die Sekundärbahn um $\frac{1}{3}$ vermindern würden, dürfen bei der für den schmaleren Tunnelquerschnitt natürlich gestatteten erheblich geringeren Mauerstärke auf weniger als die Hälfte der für den Hauptbahntunnel erwachsenden Kosten geschätzt werden;
- 4) Für die Kosten des eisernen Einbaues gilt dasselbe, wie unter 3).

Berücksichtigt man noch, dass in Folge der geringeren Lichtweite häufiger eine Ausmauerung ganz unterbleiben kann, als bei grösserer, und überhaupt alle die Vortheile, welche aus der Möglichkeit, öfter jeden Druck des Gebirges zu vermeiden, folgen, so dürften im allgemeinen die Kosten der Tunnels für die Sekundärbahn die Hälfte derjenigen einer Hauptbahn betragen.

Es muss noch bemerkt werden, dass die Ausführung von Tunneln für Hauptbahnen stets um desswillen so kostspielig wird, weil dieselben fast niemals anders, als für zwei Geleise ausgeführt werden, was natürlich gleich anfangs, wo zwei Geleise noch gar nicht erforderlich, die Kosten unverhältnissmässig hoch, circa auf das Vierfache eines eingleisigen Sekundärbahntunnels, stellt. Es ist hier besonders zu berücksichtigen, dass es für die Sekundärbahn bei der Form und insbesondere der geringen Höhe des Tunnelprofils zweckmässig scheint, unter allen Umständen einen Tunnel nicht weiter, als für ein Geleise zu bauen; und bei Ausführung von zwei Geleisen zwei vollständige Tunnelröhren nebeneinander zu legen, vielleicht durch einen Pfeiler von 1^m bis 2^m Stärke getrennt. Ist anfangs nur eine Röhre gelegt und wird später eine zweite erforderlich, so lässt sich diese leicht und gut mit Anlehnung an die erste ausführen. Die Kosten des Mauerwerks für den entstehenden Zwischenpfeiler und für die etwas grössere Fläche an Gewölbemauerwerk werden jedenfalls durch die Vortheile kleiner Spannweiten, wie die geringere Stärke alles Mauerwerkes ausgeglichen.

Die Kosten der Tunnel für Sekundärbahnen werden sonach ausserordentlich niedrig sein, was für die Ausführbarkeit dieser zunächst vorzugsweise für das bergige Land bestimmten Bahnen in technischer, wie finanzieller Hinsicht von der allergrössten Wichtigkeit ist. Denn es werden dadurch nicht nur die Tunnel in allen den Fällen, wo dieselben nach den Tracirungsprinzipien der Hauptbahnen in Anwendung kommen, ausserordentlich viel wohlfeiler, sondern es werden überhaupt Tunnel viel öfter in Anwendung kommen dürfen; die Grundbedingungen für die Tracirung der Sekundärbahnen werden dadurch freiere und weitere.

42. Einfluss des Normalvollprofils auf den Bau der Lokomotiven.

Die so bedeutend verringerten Abmessungen des Normalvollprofils der Sekundärbahn haben selbstverständlich einen sehr vielfältigen Einfluss auf den Bau der für dieselbe bestimmten Lokomotiven. An dieser Stelle wollen wir jedoch nur das Folgende hervorheben.

Wir waren bereits in dem Abschnitte 5, welcher von der Maximalbelastung einer Betriebsachse handelt, zu dem Schlusse gelangt, dass für unsere Sekundärbahn eine 100pferdige 2achsige Lokomotive von 2,5^m Radstand, deren beide Achsen gekuppelt und mit 160 Z belastet sind, die geeignetste Betriebsmaschine sei. Die für diese Wahl sprechenden an der ebenerwähnten Stelle angeführten Gründe werden durch die Rücksicht auf das nunmehr festgestellte Normalvollprofil verstärkt, indem dieses kaum die nöthige Höhe für Anwendung von Drehgestellen böte und indem ferner die mit Rücksicht auf die Breite des Normalvollprofils zu stellende Forderung, dass die Treibcylinder innerhalb der Räder liegen, in Verbindung mit gekröpften Achsen und Drehgestellen allzu komplizierte Vorrichtungen zur Folge haben würde.

G. Die Normalzugmaschine der Sekundärbahn und deren Leistung.

43. Leistung der Normalzugmaschine unter verschiedenen Bedingungen.

Im Abschnitte 5 haben wir bereits die Hauptpunkte des Programmes für die Zugmaschine unserer Sekundärbahn angegeben und dieselben auch, so weit dies im Anfange unserer Abhandlung möglich war, in demselben Abschnitte und in dem soeben beendeten Abschnitte 42 begründet. Wir haben darnach, wie wir hier nochmals wiederholen wollen, eine 100pferdige, 2achsige Maschine von 2,5^m Radstand, deren beide Achsen gekuppelt und mit je 160 Z belastet sind, in Aussicht genommen.

Um hier an geeigneterer Stelle die getroffene Wahl eingehender zu begründen und im Einzelnen noch genauer festzustellen, ist es vor allen Dingen nothwendig, ein Urtheil über die Leistungsfähigkeit der vorstehend gekennzeichneten Maschine bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Steigungen zu gewinnen. Hierzu dient die nachfolgende Zusammenstellung. Bei der Berechnung derselben ist als Widerstandskoeffizient auf gerader horizontaler Strecke $\frac{1}{300}$, wie in Abschnitt 16 ermittelt, zu Grunde gelegt, ferner wurde das Eigengewicht eines Güterwagens auf 90 Z, das Gesamtgewicht eines vollbeladenen Güterwagens auf 290 Z, das Eigengewicht eines Personenwagens = 80 Z und das Gewicht eines vollbesetzten Personenwagens = 120 Z angenommen. Eine Pferdekraft ist = 75 Sekundenmeterkilogramm = 1,5 Sekundenmeterzentner.

- 1) Geschwindigkeit = 1½ Meilen = 11,25 K^m pro Stunde = 3,125^m pro Sekunde.

$$\text{Horizontale Zugkraft} = \frac{1,5 \cdot 100}{3,125} = 48 \text{ Zentner.}$$

Erforderliches Adhäsionsgewicht für den Adhäsionskoeffizienten $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{5}$
Zentner 480 384 240

Steigung	Brutto- Last- Zentner	Voll- beladene Güter- wagen	Netto Güter- Zentner	Leere Güter- wagen	Voll- besetzte Personen- wagen	Personen		Leere Personen- wagen
						II. Cl.	III. Cl.	
$\frac{1}{\infty}$	14400	50	10000	160	120	1680	2160	180
$\frac{1}{500}$	9000	31	6200	100	75	1050	1350	112
$\frac{1}{200}$	5760	20	4000	69	48	672	864	72
$\frac{1}{100}$	3600	12	2400	40	30	420	540	45
$\frac{1}{80}$	3330	11	2200	37	28	392	504	41
$\frac{1}{60}$	2400	8	1600	26	20	280	360	30

2) Geschwindigkeit = 2 Meilen = 15 K^m pro Stunde = 4,167^m pro Sekunde.

$$\text{Horizontale Zugkraft} = \frac{1,5 \cdot 100}{4,167} = 36 \text{ Zentner}$$

Erforderliches Adhäsionsgewicht für den Adhäsionskoeffizienten $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{5}$
Zentner 360 288 180

Steigung	Brutto- Last- Zentner	Voll- beladene Güter- wagen	Netto Güter- Zentner	Leere Güter- wagen	Voll- besetzte Personen- wagen	Personen		Leere Personen- wagen
						II. Cl.	III. Cl.	
$\frac{1}{\infty}$	10800	37	7400	120	90	1260	1620	135
$\frac{1}{500}$	6750	23	4600	75	56	784	1008	84
$\frac{1}{200}$	4320	15	3000	48	36	504	648	54
$\frac{1}{100}$	2700	9	1800	30	22	308	396	34
$\frac{1}{80}$	2540	9	1800	28	21	294	378	31
$\frac{1}{60}$	1800	6	1200	20	13	182	234	22

3) Geschwindigkeit = 2½ Meilen = 18,75 K^m pro Stunde = 5,208^m pro Sekunde

$$\text{Horizontale Zugkraft} = \frac{1,5 \cdot 100}{5,208} = 29 \text{ Zentner}$$

Erforderliches Adhäsionsgewicht für den Adhäsionskoeffizienten $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{5}$
Zentner 290 232 145

Steigung	Brutto- Last- Zentner.	Voll- beladene Güter- wagen.	Netto Güter- Zentner	Leere Güter- wagen	Voll- besetzte Personen- wagen	Personen		Leere Personen- wagen
						II. Cl.	III. Cl.	
$\frac{1}{\infty}$	8700	30	6000	85	73	1022	1314	109
$\frac{1}{500}$	5438	19	3800	60	45	630	810	68
$\frac{1}{200}$	3480	12	2400	38	29	406	522	43
$\frac{1}{100}$	2175	7	1400	24	18	252	324	27
$\frac{1}{80}$	2047	7	1400	22	17	238	306	25
$\frac{1}{60}$	1450	5	1000	16	12	168	216	18

4) Geschwindigkeit = 3 Meilen = 22,50 K^m pro Stunde = 6,25^m pro Sekunde.

$$\text{Horizontale Zugkraft} = \frac{1,5 \cdot 100}{6,25} = 24 \text{ Zentner.}$$

Erforderliches Adhäsionsgewicht für den Adhäsionskoeffizienten $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{5}$
Zentner 240 192 120

Steigung	Brutto- Last- Zentner	Voll- beladene Güter- wagen	Netto Güter- wagen	Leere Güter- wagen	Voll- besetzte Personen- wagen	Personen		Leere Personen- wagen
						II. Cl.	III. Cl.	
$\frac{1}{\infty}$	7200	25	5000	80	60	840	1080	90
$\frac{1}{500}$	4500	15	3000	50	37	518	666	56
$\frac{1}{200}$	2880	10	2000	32	24	336	432	36
$\frac{1}{100}$	1800	6	1200	20	15	210	270	22
$\frac{1}{80}$	1695	6	1200	19	14	196	252	21
$\frac{1}{60}$	1200	4	800	13	10	140	180	15

44. Fahrgeschwindigkeit.

Bei Ueberblickung der in dem vorigen Abschnitte gegebenen Zusammenstellung über die Leistungsfähigkeit der vorgeschlagenen Zugmaschine ersehen wir zunächst aus 1), dass für die Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ Meilen oder 11,25 K^m pro Stunde das zur vollen Ausnutzung der 100pferdekräftigen Dampfmaschine erforderliche Adhäsionsgewicht bei dem Adhäsionskoeffizienten $\frac{1}{5}$ noch 240 Z, bei $\frac{1}{8}$ schon 384 und für $\frac{1}{10}$ sogar 480 Z beträgt, während das Adhäsionsgewicht der gewählten Zugmaschine (= deren Gesamtgewicht) nur 320 Z erreicht. Bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen wird dies Gewicht vollständig genügen, bei ungünstiger Witterung aber würde die der geringen Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ Meilen entsprechende sonst mögliche Transportmasse nicht mehr vollständig befördert werden können. Wir sind sonach hier bereits unter das geringste mögliche Mass der Geschwindigkeit für volle Anstrengung der Dampfkraft der Maschine herabgegangen. Verfährt man jedoch nach dem in vieler Hinsicht gewiss gerechtfertigten Wunsche, die Dampfkraft der Maschine für die Regel nicht bis zur äussersten Leistungsfähigkeit zu beanspruchen, so lässt sich sagen, dass eine Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ Meilen oder besser 12 Kilometer in der Stunde die untere Grenze der Geschwindigkeit angiebt, welche bei dem Gebrauche der bis jetzt üblichen und bewährten Lokomotivkonstruktionen noch mit Vortheil möglich erscheint. Denn wenn wir die Zugmaschinen zur Befahrung eigentlicher Kletterbahnen, wie der Mont Cenis-Bahn mit Mittelschiene, der Zahnrad- und Drahtseilbahnen etc. als nicht mehr in das Bereich der von uns betrachteten Bahnen fallend ausnehmen, so ist das Problem, eine kräftige langsam fahrende Maschine, welcher mehr als ihr ganzes Eigengewicht für Adhäsion zur Verfügung stände, und welche dabei leichte Beweglichkeit in engen Kurven, mässige Eigenwiderstände und ein der Maschinenkraft entsprechendes Minimum an Eigengewicht besässe, bis heute noch nicht gelöst worden, und ist dessen Lösung vorläufig auch nicht wahrscheinlich.

Wir sehen daher grundsätzlich von der Möglichkeit ab, uns einer anderen Zugmaschine zu bedienen, als einer solchen, welche auf 2 Achsen läuft, die beide

Triebachsen sind und einen Abstand von $2,5^m$ haben, und deren jede mit dem Maximalgewichte von 160 Z belastet ist.

* Wir müssen hier eine Bemerkung, welche die » Grundzüge für die Gestaltung der sekundären Eisenbahnen « betrifft, anschliessen. Es ist in denselben eine Klasse normalspuriger sekundärer Eisenbahnen unterschieden, für welche das Maximum der Geschwindigkeit $12 K^m$ in der Stunde betragen soll. Es führt dies zur Annahme, dass geringere Geschwindigkeiten noch anwendbar und vielleicht vortheilhafter seien, während dies jedoch aus den oben beregten Gründen nicht möglich ist. Eine Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meilen ist die untere Grenze für Eisenbahnbetrieb. Als obere Grenze sollte aber für die eben erwähnte Klasse von Bahnen noch eine Geschwindigkeit von 3 Meilen oder besser $24 K^m$ besonders mit Rücksicht auf Bergabfahren, auch das Fahren lediger Maschinen etc. unbedingt gestattet sein. Wir möchten daher die Ueberschrift für jene Klasse von Sekundärbahnen in den » Grundzügen etc. « so gefasst sehen:

II. Sekundäre Bahnen mit normaler Spurweite von $1,435^m$, auf denen die Fahrgeschwindigkeit 12 bis 24 Kilometer in der Stunde beträgt.

Die Geschwindigkeit von $12 K^m$ in der Stunde empfehlen wir als die gewöhnliche und normale für unsere Sekundärbahn.

45. Normale Transportleistung der Zugmaschine. Grösste Länge eines Zuges.

Die in Abschnitt 43 vorliegende Zusammenstellung giebt die Transportleistung der Zugmaschine unter den verschiedensten Verhältnissen an. Es ist jedoch von Wichtigkeit, ein Urtheil über die auf Sekundärbahnen gewöhnlich zu erwartende durchschnittliche oder normale Transportleistung zu gewinnen.

Nehmen wir an, dass die Bewegung bei Zugwiderständen, wie Steigungen von 1 : 100 oder in dieser Beziehung gleichwerthige Kurven verursachen, ein für Züge der Sekundärbahnen, welche ja wesentlich in steileren Thälern aufsteigen sollen, häufig vorkommender oder länger andauernder Zustand ist, so finden wir unter 1) des Abschnittes 43, dass in diesem Falle noch 12 Güterwagen mit einer Nettolast von 2400 Z befördert werden können. Strengen wir die Maschine nicht ganz bis zur vollen Leistungsfähigkeit an, so mag der Transport von 10 Güterwagen, welche mit 2000 Z Nettolast beladen sind, auf einer Steigung 1 : 100 oder in gleichwerthiger Kurve mit einer Fahrgeschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde als die normale Transportleistung auf einer solchen Bahn betrachtet werden.

Es ist dies noch eine recht erhebliche Transportleistung. Derselben kommt auch gleich die Beförderung von 33 leeren Güterwagen oder 25 vollbesetzten Personenwagen oder 36 leeren Personenwagen. Rechnet man für eine Wagenlänge und ebenso Zugmaschinenlänge $6,7^m$, so würde dies die Zuglängen $227,8^m$, $174,2^m$ und $247,9^m$ ergeben. Es wird vollständig genügen, wenn man als grösste erlaubte Zuglänge eine solche von 200 Meter oder 60 Achsen einschliesslich der Maschinenachsen vorschreibt.

46. Ueberwindung ausserordentlich starker Zugwiderstände.

In diesem Abschnitte soll dargethan werden, wie auf leichte Weise ausserordentliche durch Steigungen und Kurven gebotene Zugwiderstände überwunden werden können.

Hinsichtlich der Zugwiderstände lassen sich zwei Arten von Bahnen einander scharf unterschieden gegenüberstellen.

Erstens eine Bahn sei derart in Längenprofil und Alignement bemessen, dass die Widerstände, welche der Zugkraft durch Steigungen und Kurven geboten werden, annähernd gleichförmig über der ganzen Linie vertheilt sind oder dass wenigstens Widerstände von gleicher Grösse sich mehrfach auf der Linie wiederholen, bedeutend grössere Widerstände aber, als jene häufig vorkommenden, nirgends auftreten. Diese überall gleich grossen Maximalwiderstände lassen für eine Zugmaschine von bestimmter Kraft an sämtlichen Stellen von grossem Widerstande die Beförderung einer gleichen Last mit der gleichen Geschwindigkeit zu. Hat man diese Geschwindigkeit, wie bei Sekundärbahnen meistens der Fall sein sollte, möglichst niedrig und nach Massgabe eines durchschnittlich zu erwartenden Adhäsionskoeffizienten bemessen, so tritt bei besonders ungünstiger Witterung, wie nasses Wetter und Glatteis, die Lage ein, dass für alle Bahnstrecken vom grössten Widerstande die Transportlast um die gleiche Grösse vermindert werden muss. Dies ist, wenn wir vom Winddrucke absehen, der einzige ausserordentliche Widerstand, welcher auf einer Bahn der in Rede stehenden Art geboten werden kann.

Man begegnet demselben entweder durch Vorspannen einer zweiten Maschine, was jedoch die Anschaffung von mehr Maschinen erfordert, oder man theilt den Zug und fährt erst den einen Theil und später den anderen Theil, was jedesmal — da die Last in Folge schwacher Adhäsion verringert ist — mit erhöhter Geschwindigkeit geschehen kann. In diesem Falle wird man sich so einrichten können, dass eine Vermehrung der für gewöhnlich ausreichenden Anzahl von Zugmaschinen nicht erforderlich ist.

Zweitens: Eine Bahnlinie weist im Ganzen nur eine gewisse mässige und gleichförmig vertheilte Grösse der Widerstände (Steigungen und Kurven) auf, hat jedoch an einzelnen Stellen bedeutend grössere Widerstände für nur kurze Strecke. Eine Ausgleichung dieser plötzlich auftretenden bedeutenden Widerstände auf eine grössere Länge der Bahn würde die grössten Kosten verursachen. Es wird dies ein für den Bau wohlfeiler Sekundärbahnen häufig zu erwartender Fall sein, und muss hier das sekundäre System seine Anschmiegsamkeit an das natürliche Terrain bewähren. In dem vorliegenden Falle ist es vortheilhaft, von einem gleichförmigen Betriebe der ganzen Strecke abzusehen. Man bemisst vielmehr Transportlast und Geschwindigkeit nach den gewöhnlichen Strecken der Linie von mässigem Widerstande und zwar ganz in der im ersten Falle angegebenen Weise. Die vereinzelt ausnahmsweise grossen Widerstände nun durch Steigerung der Zugkraft auf Kosten der Geschwindigkeit zu bewältigen, wird die gewöhnliche Zugmaschine aus Mangel an Adhäsion nicht vermögen, dieselben können nur wesentlich auf 3 Arten überwunden werden.

- 1) indem man geringe Geschwindigkeit für die Befahrung der Strecke von grossem Widerstande wählt, die unzulängliche von der Belastung der ge-

kuppelten Triebräder herrührende Adhäsion aber künstlich verstärkt, sei es durch Kuppelung weiterer Räderpaare des Zuges an die Triebachsen der Maschine oder sei es durch Anwendung von horizontalen Reibungsrädern etc.

2) unter Beibehaltung der gewöhnlichen Geschwindigkeit

a) durch Vorspann,

b) durch Theilung des Zuges und Beförderung der einzelnen Theile nacheinander.

Von 1) sehen wir, wie schon früher gesagt, entschieden gänzlich ab. Die Lösung der Aufgabe muss daher auf den unter 2) gegebenen Wegen gesucht werden. Wir wenden uns diesen letzteren zu, lassen jedoch die Rücksicht auf die Verringerung der Adhäsion durch ungünstige Witterung, welche wir gleichfalls als einen Zugwiderstand aufgefasst haben, hier ausser Acht, da dieser ausserordentliche Zugwiderstand hier ganz dieselbe Rolle, wie bei der zuerst behandelten Klasse von Bahnen spielt.

Aussergewöhnlich grosse Widerstände der Bahn müssen durch Vorspann oder durch Theilung des Zuges und Beförderung der einzelnen Theile nacheinander überwunden werden. Die erstere Alternative erfordert die Anwendung weiterer Maschinen dergestalt, dass zwar auf allen Strecken von gewöhnlichem Widerstande eine Maschine genügt, für jede Strecke von ausserordentlichem Widerstande aber eine zweite Maschine hinzutreten muss. Bei der zweiten Alternative wird der Zug über die ganze Linie nur mit einer einzigen Maschine befördert, auf allen Strecken von gewöhnlichem Widerstande fährt der Zug ungetheilt, für jede Strecke von ausserordentlichem Widerstande aber wird derselbe getheilt und beide Hälften werden nacheinander befördert.

Letzterer Fall ist, wie leicht einzusehen, im allgemeinen immer der ökonomischere und daher für unsere Sekundärbahn entschieden vorzuziehen. Es handelt sich darum, einen Weg aufzusuchen, wie sich dieser einfache Gedanke in der Wirklichkeit ausführen lässt, da uns die Praxis von einer grundsätzlichen Anwendung desselben nichts berichtet.

Man wird unter allen Umständen mit der Möglichkeit auskommen, den Zug seinem Gewichte nach in zwei gleiche Hälften theilen zu können, welche eine nach der anderen zu befördern sind. Denn vermindert man die Last auf die Hälfte, so kann man — wenn überhaupt nur von Steigungen nicht unter 1 : 100 die Rede ist — die Steigung beinahe verdoppeln. Diese Möglichkeit genügt für alle Fälle vollständig.

Die Trennung in nur zwei Theile lässt sich an jeder beliebigen Stelle der Bahn ohne jede weitere Vorrichtung nur dann bewerkstelligen, wenn die Zugmaschine so in mitten des Zuges eingereiht ist, dass dieselbe die beiden Gewichtshälften des Zuges von vorn herein scheidet. Es wird, wenn der Zug an eine Stelle von ausserordentlichem Widerstande gelangt, der hinter der Maschine gehende Theil des Zuges losgekuppelt, die Maschine schiebt die vordere Zughälfte durch die Strecke von grossem Widerstande, fährt hierauf zurück und holt die zweite Zughälfte nach; der Zug wird hierauf wieder vollständig zusammengekuppelt und fährt als ungetheilte Zug weiter. Da solche Strecken vergleichungsweise nur kurz sind, die an die Maschine auf einmal angehängte Last aber ausserordentlich vermindert ist, so wird der

ganze Vorgang rasch von statten gehen. Eine Trennung des Zugs in mehr als zwei Theile oder eine Trennung in zwei Theile für den Fall, dass die Maschine sich nicht bereits zwischen den zu trennenden Theilen befindet, würde die Einlegung einer Weiche mit anschliessendem Seitenstrange, in welchen der Zug ganz oder zum Theile einzustellen wäre, nothwendig machen. Die Einlegung einer Weiche an irgend einer Stelle der freien Bahn aber hat bei nur eingleisiger Bahn die bekannten Bedenken und erfordert beständige Ueberwachung und Bedienung der Weiche. Ausserdem wird diese ganze Anlage bedeutende Kosten verursachen. Wir fassen somit nur eine Theilung des Zuges in zwei Theile ins Auge und lassen die Zugmaschine in der Gewichtsmitte des Zuges fahren.

Wir fragen nun, welche Folgen diese Anordnung für die Zugführung haben muss. Es ist einleuchtend, dass der Zugführer und etwaige weitere für die Beobachtung der Bahnsignale bestimmte Beamten sich an der Spitze des Zuges befinden müssen und dass eine sichere Verbindung durch Signale zwischen diesen und dem Maschinenführer möglich sein muss. Dies hat für Personenzüge, bei welchen dieser Gesichtspunkt am wichtigsten ist, unbedingt keine Schwierigkeit, da diese Züge für ununterbrochen durchgehende Interkommunikation eingerichtet sind. Für Güterzüge bedarf die Frage des Signalverkehrs der Zugbeamten unter einander einer besonderen Erwähnung. An der Spitze des Zuges muss sich ein Bremswagen mit dem Bremsersstande nach vorn befinden. Auf demselben hat das Personal der Zugführung während der Fahrt seinen Platz zu nehmen und von da aus die Bahn und die Bahnsignale zu beobachten. Mittheilungen und Befehle an den Maschinenführer geschehen durch Horn-, Pfeifen- oder Glockensignale ganz wie dies in Abschnitt 12 bereits eingehend erörtert worden ist.

Die Kommunikation mittelst akustischer Signale zwischen Zugführung und Maschinenführer und überhaupt zwischen dem ganzen Zugpersonale einerseits und dem Maschinenführer andererseits dürfte bei der geringen Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge der Sekundärbahn, welche sowohl der Fortpflanzung des Schalles günstig ist, als auch jede mögliche Gefahr ausserordentlich vermindert, und bei der Kürze der Züge selbst, vollständig ausreichen. Die grösste erlaubte Länge eines Zuges beträgt, wie in Abschnitt 45 festgesetzt, 200^m und die Länge der Zughälfte nach dem Gewichte wird nicht leicht über 120^m betragen. Die direkte Fortpflanzung obiger akustischer Signale auf diese Entfernung erscheint ohne Zweifel gesichert, jedoch mag auf jeden Fall die Vorschrift gegeben werden, dass sich auf dieser Zughälfte mindestens noch eine weitere besetzte Bremse befinde, und zwar soll dieselbe nahe in der Mitte der Zughälfte eingereicht werden, in welchem Falle die Tragweite des akustischen Signals nur ungefähr 60^m bis 70^m zu erreichen braucht. Eine solche Tragweite ist aber unter allen Umständen sicher.

Die Möglichkeit, ausserordentliche Zugwiderstände der Bahn dadurch auf eine einfache Weise zu überwinden, dass man die Zugmaschine von vorn herein in der Gewichtsmitte des Zuges fahren lässt, um auf Strecken von ausserordentlichem Widerstande zuerst die vordere und dann die hintere Hälfte zu befördern, ist sonach deutlich bewiesen und wir glauben, dass die Verwirklichung dieses Grundsatzes von grossem Vortheile für die Anlage und den Betrieb von Sekundärbahnen sein wird.

47. Bedingungen für Alignement und Längenprofil der Bahn.

Die Spurweite, das Normallichtprofil, die Fahrgeschwindigkeit u. s. f., ganz vorzüglich aber die Vorschriften über die erlaubten Krümmungen und Steigungen und die Art und Weise, wie solche in ausserordentlichen Fällen überwunden werden sollen, müssen vom allergrössten Einflusse auf den Entwurf des Alignements und des Längenprofils einer Sekundärbahn sein. Wir wollen jedoch hier nur den Einfluss der zuletzt erwähnten Vorschriften kurz beleuchten.

Zu dem Ende geben wir erstens eine Zusammenstellung der Zugwiderstände auf verschiedenen Steigungen, zweitens der Zugwiderstände in verschiedenen Kurven, wobei jedesmal der Widerstand in horizontaler gerader Strecke = 1 gesetzt ist. Die Kurvenwiderstände sind nach den von M. M. von Weber mit Wagen von 2,5^m Radstand angestellten Versuchen geschätzt und für den Widerstandskoeffizienten $\frac{1}{300}$ auf horizontaler gerader Strecke modifizirt worden und können natürlich nur einen ungefähren Anhalt bieten.

1) Steigung.	Zugwiderstand.	2) Kurvenradius.	Zugwiderstand.
$\frac{1}{\infty}$	1,0	∞	1,0
$\frac{1}{500}$	1,6	500 ^m	1,3
$\frac{1}{400}$	1,75	400 ^m	1,55
$\frac{1}{300}$	2,0	300 ^m	1,8
$\frac{1}{200}$	2,5	200 ^m	2,15
$\frac{1}{100}$	4,0	180 ^m	2,3
$\frac{1}{80}$	4,75	120 ^m	3,0
$\frac{1}{60}$	6,0		

Ist also der Widerstand der beladenen Wagen auf gerader horizontaler Strecke = 1, so vermehrt sich derselbe 1) auf Steigungen von $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{200}$ etc. um beziehw. 0,6, 0,75, 1,0, 1,5 . . . 2) in Kurven vom Radius 500^m, 400^m, 300^m etc. um beziehw. 0,3, 0,55, 0,8 . . .

Tritt Steigung und Kurve auf derselben Strecke zugleich auf, so summiren sich die Widerstände. Hat also z. B. eine Strecke zugleich 1 : 400 Steigung bei R = 200^m Krümmung, so vermehrt sich der Zugwiderstand, verglichen mit demjenigen auf horizontaler gerader Strecke, um $0,75 + 1,15 = 1,9$ u. s. f.

Wir haben in Abschnitt 45 empfohlen, als normale Transportleistung die Beförderung von 2000 Z Nettolast mit einer Geschwindigkeit von 1½ Meilen auf einer Steigung 1 : 100 anzusehen. Der Widerstand auf einer Steigung 1 : 100 in gerader Strecke ist 4,0. Diese Grösse sei das für gewöhnlich nicht zu überschreitende Maximum des gesammten Widerstandes, möge derselbe nun durch Kurven oder Steigungen allein, oder durch beide zugleich hervorgerufen sein. So wird z. B. in einer Kurve von 120^m Radius nur noch eine Steigung 1 : 300 erlaubt sein.

Dieses für gewöhnlich gestattete Maximum des Widerstandes scheue man sich durchaus nicht, so oft, als es die Terrainverhältnisse, Rücksichten auf Vereinfachung der Erdarbeiten und auf wohlfeilen Grunderwerb etc. irgend wünschenswerth machen, in Anwendung zu bringen, da die zu befördernde Last doch einmal nach dieser mehrfach auftretenden Grösse des Widerstandes bemessen werden muss.

Wird aber ein steileres Steigungsverhältniss erforderlich, so konzentrire man

die Steigung derartig, dass dieselbe sehr bedeutend steiler, bis etwa 1 : 60 wird. Diese Steigung kann dann durch Theilung des Zuges in zwei Theile und Beförderung beider Theile nacheinander, wie im vorigen Abschnitte beschrieben, überwunden werden. Ganz Dasselbe findet statt, wenn dieser ausserordentliche Widerstand zum Theil durch Kurven hervorgerufen wird.

Durch Berücksichtigung der obigen Gesichtspunkte werden die Sekundärbahnen in ausgeprägter Weise nach Alignement und Längenprofil die Eigenschaften einer Bahn von der zweiten im vorigen Abschnitte beschriebenen Art annehmen, und wir glauben, dass dadurch die Bedingungen eines möglichst engen und wohlfeilen Anschmiegens der Bahnlinie an die natürliche Gestaltung des Bodens erheblich vermehrt sein werden.

48. Grösse der Personentransporte.

Für reine Personentransporte mag man die Geschwindigkeit von 2 Meilen in der Stunde als die normale betrachten. Dann ist nach Abschnitt 43 auf Steigungen 1 : 100 oder überhaupt auf Strecken von dem gleichen Widerstande bei voller Anstrengung der Maschine noch die Beförderung von 308 Personen in IIter oder 396 Personen in IIIter Wagenklasse möglich. Gehen wir nicht bis zur äussersten Anstrengung der Maschine, indem wir den Zug um 2 Wagen verkürzen, so bleiben 20 Personenwagen entweder mit 280 Reisenden IIter oder 360 Reisenden IIIter Klasse besetzt als Leistung für einen Zug.

49. Durchmesser der Triebräder der Zugmaschine.

Da man für Personen- und Güterzüge aus Rücksichten der Oekonomie dieselbe Zugmaschine verwenden muss, überhaupt möglichst sämtliche Maschinen nur nach einem Modell bauen sollte, so ist die bei Personenzügen häufig zu erwartende Geschwindigkeit von 3 Meilen für den Durchmesser der Triebräder massgebend. Es ist wünschenswerth, diesen Durchmesser nicht bedeutend grösser, als den der Räder aller übrigen Fahrzeuge ($= 0,7^m$) zu machen, da grössere Räder grösseren Widerstand in den Kurven hervorrufen. Nimmt man den Kolbenhub $= 0,5^m$ und die grösste zulässige Geschwindigkeit des Kolbens in der Sekunde $= 2^m$ an — in der Regel wird $2,5^m$ als Maximum der Kolbengeschwindigkeit bezeichnet —, so ergibt sich der Triebraddurchmesser zu rund $1,0^m$. Dieser Durchmesser erscheint mit Rücksicht auf die Kurven noch nicht allzu gross.

50. Die Treibcylinder etc. der Zugmaschine liegen innerhalb der Räder.

Die Rücksichten auf das Normallichtprofil machen es, wie bereits in Abschnitt 42 bemerkt, unmöglich, die Treibcylinder etc. der Zugmaschine ausserhalb der Räder anzubringen, dieselben müssen daher innenliegende sein, während jedoch die Kuppelstangen, welche die beiden Radachsen kuppeln, aussen liegen sollen. Daraus folgt, dass die Haupttriebachse gekröpft sein muss. Man hat früher vielfach Lokomotiven mit innen liegenden Cylindern konstruirt, und wird sich diese Anordnung für die Zugmaschine der Sekundärbahn durch gewichtige Gründe um so weniger verbieten, als die grösste für die Maschine zu erwartende Fahrgeschwindigkeit eine sehr mässige ist.

51. Programm für die Zugmaschine.

An die für unsere Sekundärbahn zu erbauende Zugmaschine müssen also, um dies nochmals kurz zusammenzufassen, folgende Anforderungen gestellt werden:

Die Zugmaschine soll ausser ihrer eigenen Lokomotion bei mittleren Widerständen noch eine Zugleistung von 100 Pferdestärken entwickeln. Das Gewicht der Maschine soll, im Betriebszustande, wenn dieselbe noch mit etwa 20 Z Kohlen und 2500 Liter Speisewasser versehen ist, 320 Z betragen, dasselbe soll sich gleichförmig auf die zwei 2,5^m von einander abstehenden Achsen vertheilen, so dass jede Achse einschliesslich deren Eigengewicht mit 160 Z belastet ist. Beide Achsen sind zu kuppeln. Der Durchmesser der vier gekuppelten Räder soll nicht grösser als 1,0^m sein und die Fahrgeschwindigkeit der Maschine noch mit Leichtigkeit 3 Meilen in der Stunde erreichen. Die Kuppelstangen sollen aussen angebracht, die Treibcylinder innenliegende sein. Das vorgeschriebene allgemeine Normalvollprofil ist strengstens einzuhalten.

Die Maschine soll zwischen den Buffern eine Länge von 6,5^m haben und zwar soll der Vorsprung der Buffervorderflächen über die nächste Achse nach vorwärts und rückwärts gleich sein und, da der Achsstand = 2,5^m ist, 2^m betragen.

Für längere Fahrten ist die Einrichtung zu treffen, dass von einem zunächst hinter der Maschine laufenden eigens eingerichteten Wagen, welcher zweckmässig noch eine regelmässige Verwendung als Post-, Gepäck- oder Güterwagen findet, eine grössere Quantität Speisewasser und, wenn erforderlich, auch an Brennmaterial für die Maschine entnommen werden kann.

Die Lokomotiven müssen solche Vorrichtungen erhalten, dass die Innehaltung der Maximalgeschwindigkeit gesichert ist und leicht kontrolirt werden kann.

H. Unterbau und Oberbau der Bahn.**52. Kronenbreite.**

Um aus den Abmessungen und dem Eigengewichte und der in Aussicht genommenen Belastung der nun festgestellten Betriebsmittel die erforderliche Dammkronenbreite, die Breite und Höhe der Kiesbettung, sowie die Abmessungen und Gewichte des Oberbaues für die Sekundärbahn abzuleiten, kann man nach folgenden Erwägungen verfahren.

Man kann behaupten, dass innerhalb der Grenzen, zwischen welchen sich die Grösse der Spurweite für Eisenbahnen, mit welchen wir es hier zu thun haben, bewegt, die Breite der Bahnkrone von der Grösse der Spurweite gänzlich unabhängig ist, dass diese vielmehr lediglich von der zu erwartenden Totallast pro Achse und der durchschnittlichen Höhe des Schwerpunktes der Last über den Schienen, sowie von der Fahrgeschwindigkeit abhängt. Nehmen wir die beiden letzten Faktoren als die gleichen, wie bei einer Hauptbahn an, so fragt es sich: wie leitet sich aus der Totallast pro Achse die Kronenbreite ab?

Wir verweisen hier auf Abschnitt 4 und erwägen, dass der linearen Verkleinerung eines Eisenbahn- (insbesondere Betriebsmaterial-) Systems im Verhältnisse von $a : b$ eine Verkleinerung der Rauminhalte und somit der Gewichte im Verhältnisse

$a^3 : b^3$ entsprechen muss, wenn beide Systeme sich möglichst ähnlich sein sollen. Verkleinern sich aber die Rauminhalte und Gewichte im Verhältnisse $m : n$, so ist folgerichtig die lineare Verkleinerung $\sqrt[3]{m} : \sqrt[3]{n}$. Die grösstmöglichen Achsbelastungen für Sekundärbahn und für Hauptbahn verhalten sich wie $160 : 280 = 4 : 7$. Mit Rücksicht auf anderweite günstige Umstände können wir jedoch dies Verhältniss $= 1/2$ setzen. Es ist aber $\sqrt[3]{1/2}$ rund $= 0,8$. Dies wäre also unser Koeffizient für die lineare Verkleinerung. Was die anderen Bedingungen anlangt, welche auf die Grösse dieses Koeffizienten noch weiter Einfluss haben können, welche wir jedoch vorhin der Einfachheit wegen denen der Hauptbahnen gleichgesetzt haben, so kann die durchschnittliche Höhenlage des Schwerpunktes in der That in beiden Fällen als gleich gross angesehen werden. Dagegen ist die Fahrgeschwindigkeit auf weniger als die Hälfte vermindert; und ist dies jedenfalls von so grosser Bedeutung, dass wir den obigen Koeffizienten rund auf $0,7$ herabmindern können.

Auftragsprofil.

Fig. 25

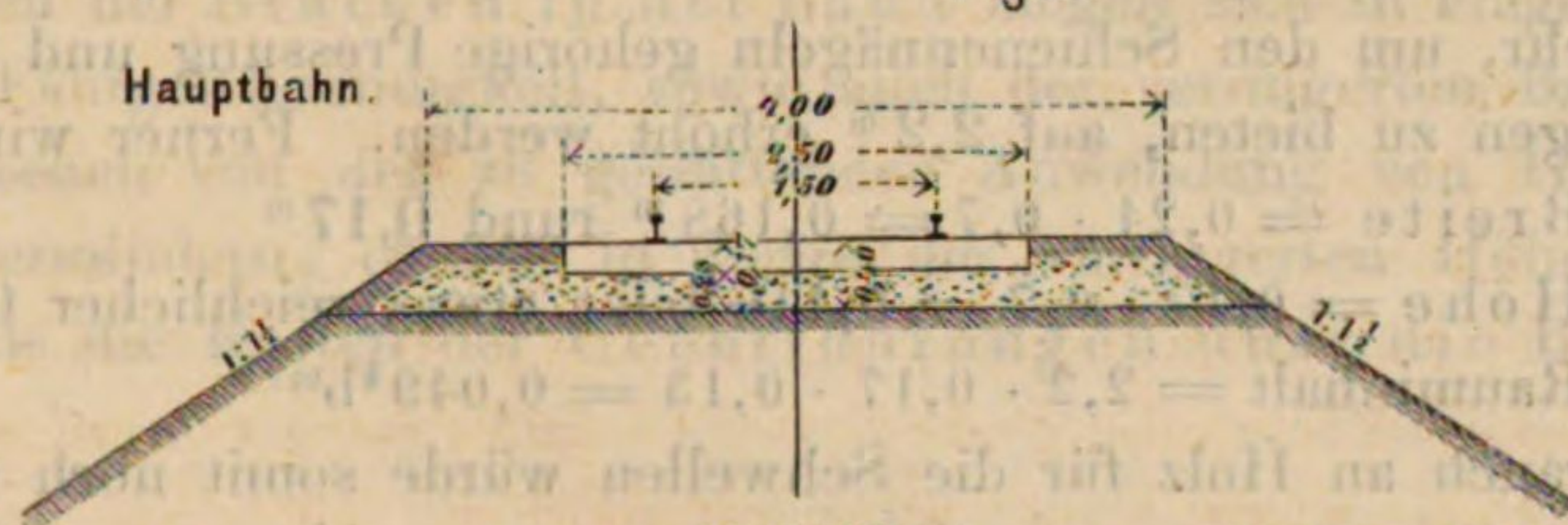
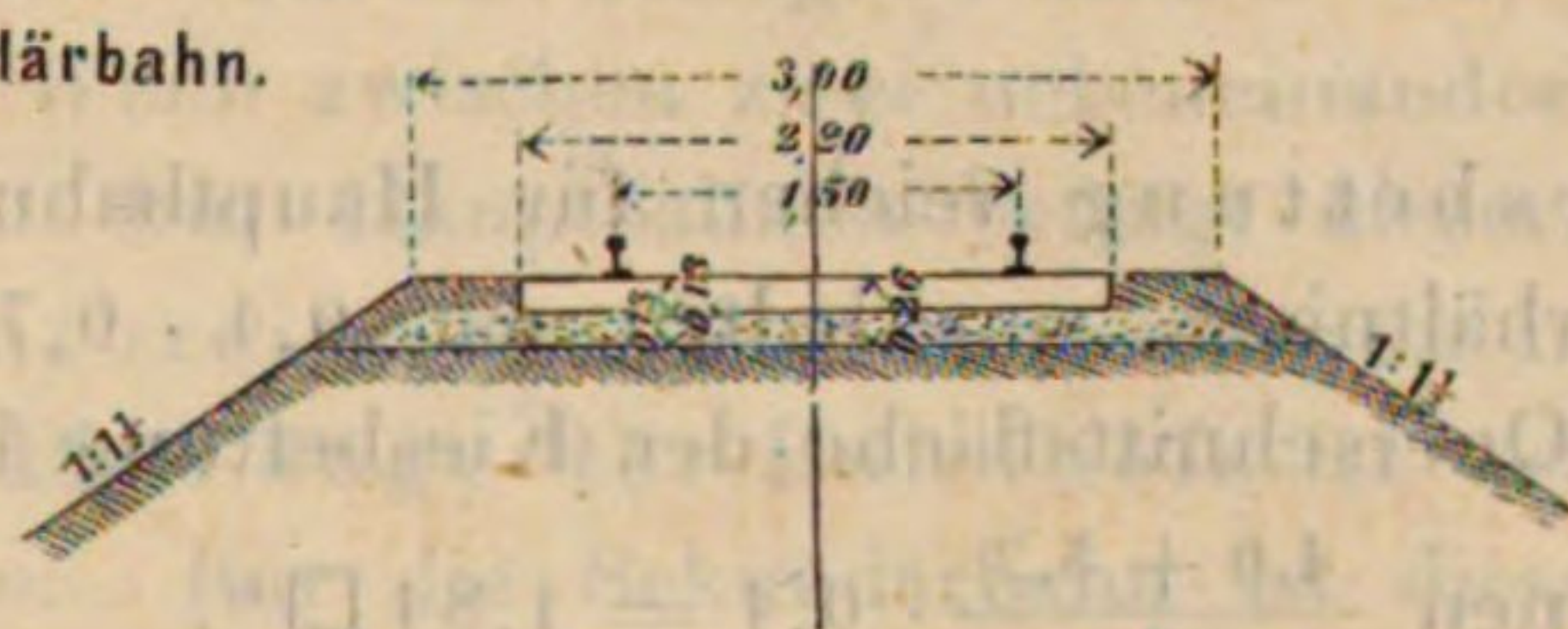


Fig. 26.

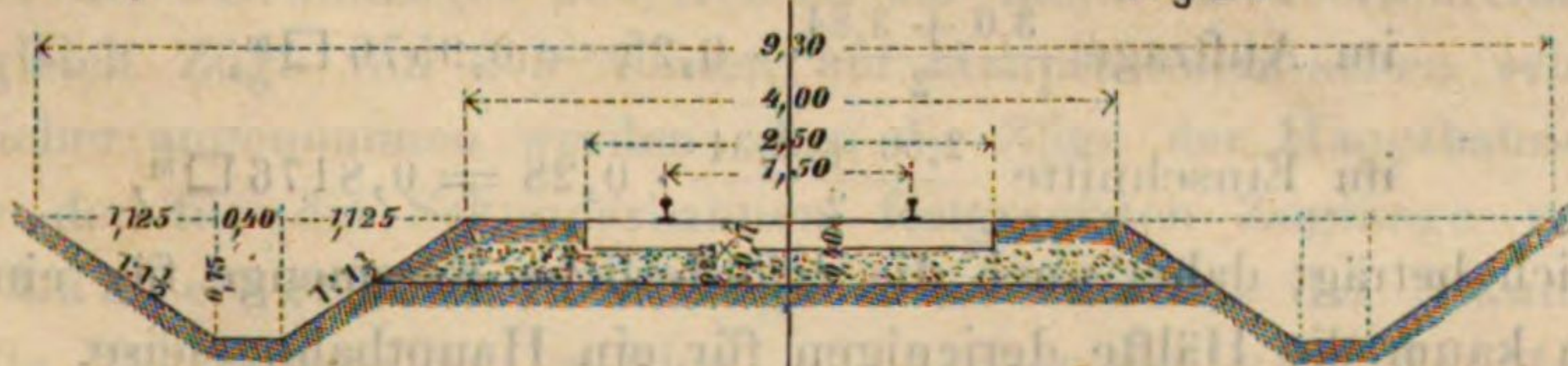
Sekundärbahn.



Hauptbahn

Einschnittsprofil.

Fig. 27.



M = 1:100.

Sekundärbahn.

Fig 28



Da die Kronenbreite einer eingleisigen Hauptbahn 4^m betragen soll, würde sich somit für die Sekundärbahn die Kronenbreite $4 \cdot 0,7 = 2,8^m$ ergeben. In

den Fig. 26 und 28 haben wir die Kronenbreite für den Auftrag und den Einschnitt gegeben, erstere zu $3,0^m$, da hier eine grössere Sicherheit gegen Abrutschungen notwendig ist, letztere zu $2,6^m$; also um ebensoviel kleiner als $2,8^m$, wie jene grösser. In dieser Weise lässt sich die theoretisch vorausbestimmte mittlere Kronenbreite sehr wohl durchführen. Es ist hiermit auch wieder unsere Verkleinerung im $\frac{2}{3}$ -Verhältnisse annähernd hergestellt.

53. Oberbausystem, Masse der Querschwellen.

Als Oberbausystem werden für die Sekundärbahn, wie in Deutschland meist für die Hauptbahnen eingeführt, breitbasige Schienen auf hölzernen Querschwellen angenommen. Der Koeffizient für die lineare Verkleinerung wäre wieder 0,7. Wenn die Abmessungen einer hölzernen Querschwelle für Hauptbahnen durchschnittlich sind: $2,5^m$ Länge auf $0,24^m$ Breite und $0,17^m$ Höhe = $0,102^{kb^m}$ Holz, so würde sich für die Schwelle der Sekundärbahn zunächst die Länge = $2,5 \cdot 0,7 = 1,75^m$ ergeben. Diese Länge reicht bei Beibehaltung der normalen Spurweite nicht aus, muss vielmehr, um den Schiennägeln gehörige Pressung und Sicherheit gegen Auseinanderspringen zu bieten, auf $2,2^m$ erhöht werden. Ferner wird die

$$\text{Breite} = 0,24 \cdot 0,7 = 0,168^m \text{ rund } 0,17^m$$

$$\text{Höhe} = 0,17 \cdot 0,7 = 0,119 \text{ oder etwas reichlicher } 0,13^m$$

$$\text{Rauminhalt} = 2,2 \cdot 0,17 \cdot 0,13 = 0,049^{kb^m}$$

Der Verbrauch an Holz für die Schwellen würde somit noch nicht die Hälfte desjenigen für die Hauptbahnen erreichen.

54. Kiesbettung.

Als Höhe der Kiesbettung reichen für Hauptbahnen $0,4^m$ hin; reduzieren wir nach dem obigen Verhältnisse, so erhalten wir $0,4 \cdot 0,7 = 0,28^m$ als Höhe für die Sekundärbahn. Die Querschnittsfläche der Kiesbettung beträgt sonach

$$\text{für Hauptbahnen } \frac{4,0 + 5,2}{2} \cdot 0,4 = 1,84 \square^m,$$

für die Sekundärbahn

$$\text{im Auftrage } \frac{3,0 + 3,84}{2} \cdot 0,28 = 0,9576 \square^m,$$

$$\text{im Einschnitte } \frac{2,50 + 3,34}{2} \cdot 0,28 = 0,8176 \square^m,$$

Durchschnittlich beträgt daher auch die erforderliche Kiesmenge für ein Geleise der Sekundärbahn kaum die Hälfte derjenigen für ein Hauptbahngeleise.

55. Die Schienen.

Was das Gewicht der zu beschaffenden Schienen anbelangt, so würde sich dies gegen die Hauptbahnen proportional der Belastung, also wie 4 : 7 vermindern, wobei aber eine der Verringerung der linearen Dimension im Verhältnisse 0,8 bis 0,7 entsprechende Verringerung der Schwellenentfernung vorausgesetzt wäre. Berücksichtigt man jedoch die ausserordentliche Verringerung der Geschwindigkeit, so dürfte unter Beibehaltung der Schwellenentfernung, wie bei den Hauptbahnen, sich das Gewicht und somit auch die Kosten der Schienen etwa auf die Hälfte stellen. Wenn die Schienen der Hauptbahnen jetzt 36 bis 38 Kilogramm pro laufenden Meter wie-

gen, so dürfte für die Sekundärbahn eine breitbasige Schiene von 18 bis 19^k pro lauf. Meter genügen.

56. Drehscheiben und Schiebebühnen.

Als Durchmesser aller Drehscheiben = Länge aller Schiebebühnen der Sekundärbahn, für Lokomotiven, wie für Wagen werden 2,5^m (Radstand) + 0,6^m = 3,1 Meter angemessen sein. Die Drehscheiben für die gewöhnlichen 2achsigen Güterwagen der Hauptbahnen haben einen Durchmesser von 4,4^m, es findet also hier eine Reduktion um 1,3^m statt. Zieht man dazu die Kosten in Betracht, welche Hauptbahnen für grössere Drehscheiben und Schiebebühnen zur Beförderung ihrer mächtigen Maschinen mit Tender und von den öfters vorkommenden längeren Wagen aufwenden müssen, so mag die Kostenverminderung auch für diese Theile des Oberbaues circa die Hälfte betragen.

57. Kunstbauten.

Die Kosten der Brücken in der Bahn mögen sich in Folge der verringerten Belastung und Fahrgeschwindigkeit, sowie auch der verringerten Breite des Normallichtprofils abgesehen von der zu gestattenden Anwendung von Holzkonstruktionen um 1 Drittel vermindern, ebenso in Folge der verringerten Höhe und Breite des Normallichtprofils die Kosten der Ueberführungen über die Bahn.

58. Bahnhöfe.

Der Abstand der Geleise von Mitte zu Mitte braucht in Bahnhöfen nicht mehr, als 2,9^m bis 3,0^m voll zu betragen, indem zur Breite des Normalprofils = 1,9^m noch die freie Weite zwischen zwei nebeneinander aufgefahrenen Zügen mit 1,0 bis 1,1^m hinzutritt. Für Hauptbahnen beträgt dieser Abstand 4,5^m. Es wird sich somit die Gesamtbreite der Geleiseanlagen in Bahnhöfen um ungefähr 1 Drittel vermindern. Die Länge der Bahnhöfe ist wesentlich abhängig von der Maximallänge der Züge. Für die Sekundärbahn ist dieselbe in Abschnitt 45 auf 60 Achsen einschliesslich Maschine oder 200^m Länge festgesetzt; für Hauptbahnen schreibt § 187 der »Grundzüge« 200 Achsen als nicht zu überschreitende Zuglänge vor. Wenngleich Züge von 200 Achsen auf Hauptbahnen selten sein werden, so kann doch sicher angenommen werden, dass für Züge der Hauptbahnen mindestens das Doppelte der für die Sekundärbahnen festgesetzten Zuglänge vorgesehen sein muss. Die Länge der Geleiseanlagen für Bahnhöfe der Sekundärbahn kann sonach um die Hälfte verringert werden, die Grösse der von den Geleiseanlagen bedeckten Fläche aber um zwei Dritttheile.

Bedeutende Ersparnisse an Raum und Oberbaumaterial werden in Folge des für die Weichen gestatteten Kurvenradius von nur 60^m — Minimalradius für die Hauptbahnen 180^m — gemacht. Die Kleinheit und somit die geringen Kosten der Drehscheiben gestatten deren sehr häufige Anwendung, welche wesentlich zur Abkürzung und Konzentrirung der Bahnhöfe beitragen wird. Diese ist um so wünschenswerther, als bei dem kleineren Verkehr der Sekundärbahn das Rangirgeschäft zum grössten Theile zweckmässig durch Menschenkraft zu bewältigen ist.

I. Rückblick.

Ueerblicken wir kurz die gewonnenen Resultate.

In der vorangegangenen Abhandlung wurde das Projekt für ein System von Sekundärbahnen für das Hügel- und Gebirgsland entwickelt, welches die wesentlichsten Vortheile, welche von einer Schmalspurbahn erwartet werden, mit den unschätzbaren Vorzügen der normalen Spurweite vereinigt.

Grundbedingung dieses Systems musste die Forderung sein, dass die Betriebsmittel der Sekundärbahn zwar auf die Hauptbahnen, die Betriebsmittel dieser aber nicht auf die Sekundärbahn übergehen dürfen. Ferner wurde die weitere Bedingung hinzugefügt, dass die sämtlichen Sekundärfahrzeuge auf Hauptbahnen nicht mit einer grösseren Geschwindigkeit, als 4 Meilen in der Stunde verkehren sollen.

Diejenigen wesentlichen Bestimmungen, welche die Vorzüge der Sekundärbahn begründen sollten, waren die folgenden:

- 1) Das grösste erlaubte und zugleich das in der Regel erreichte Gewicht, mit welchem jede vollbelastete Achse eines Sekundärfahrzeugs, gehöre dieselbe einem Wagen oder einer Zugmaschine an, auf das Geleise drückt, ist auf 160 Z festgesetzt — nur die Achsen der Personenwagen sind in der Regel schwächer belastet —. Sodann sollen alle Achsen durch den ganzen Zug möglichst gleichen Abstand haben.

Das Gewicht von 160 Z pro Achse ist auch das bei den 200 Z-Wagen der Hauptbahnen regelmässig vorkommende. Wenn anders dieser Tragfähigkeit bei der beschränkten Ausdehnung der Sekundärwagen ein hinreichender Laderaum entspricht, liegt kein Grund vor, das Gewicht pro Achse für die Sekundärbahn niedriger zu greifen. Indem man aber die Zugmaschinen der Sekundärbahn der gleichen Bedingung unterwirft — dass nemlich keine Achse derselben mit mehr als 160 Z auf die Schienen drückt —, wird die höchste vorkommende Belastung der Schienen, des Ober- und Unterbaus der Bahn ausserordentlich stark — im Vergleich mit den auf Hauptbahnen vorkommenden Belastungen — vermindert.

- 2) Die grösste erlaubte Fahrgeschwindigkeit auf Sekundärbahnen ist 3 Meilen in der Stunde.

- 3) Die Einführung des Amerikanischen Wagensystems — zwei vierrädrige Drehgestelle für jeden Wagen — auf den Sekundärbahnen ist unmöglich, daher kommen nur zweiachsige Fahrzeuge in Anwendung.

Die Wagen werden daher ähnlich den 200 Z-Wagen der Hauptbahnen und von gleicher Tragfähigkeit, wie diese, zu konstruiren sein; letzteres immer unter der Voraussetzung, dass der zu entwerfende Normalgüterwagen der Sekundärbahn einen genügenden Laderaum aufweisen wird.

- 4) Der Radstand der sämtlichen nur zweiachsigen Fahrzeuge der Bahn wird, um die Anwendung möglichst scharfer Bahnkurven zu gestatten, möglichst kurz = 2,5 m angenommen.

- 5) Der Radstand aller Fahrzeuge = 2,5 m gestattet für die freie Strecke Kurvenradien von 120 m, ausnahmsweise auch 90 m, für Bahnhöfe selbst 60 m.

Nachdem diese Bedingungen festgesetzt waren, handelte es sich darum, den Entwurf eines geeigneten Normalgüterwagens nach denselben mit der weiteren Massgabe aufzustellen, dass das denselben umschreibende Normalvollprofil bedeutend gegen das der Hauptbahnen verkleinert würde.

Die Höhe des Normalprofils wurde hauptsächlich durch Beseitigung der erhöhten Schaffner- und Bremser Sitze vermindert. Diese konnte nur unter Einführung des Interkommunikationssystems für die Personenwagen erreicht werden. Die Bremser finden ihren Stand auf einer Plattform an einer Stirnseite des Bremswagens, der Raum dafür wird dem Oberkasten entzogen.

Die Verminderung der Höhe findet ihre Grenze am schicklichsten durch die Rücksicht auf den Transport von Grossvieh (insbesondere auch von Kavalleriepferden) und auf angemessene Bequemlichkeit für den Personentransport und auf den Transport von Truppen. Es ist hierfür eine mittlere Höhe des Wagenraumes im Lichten von 1,9^m erforderlich. Die Oberfläche des Wagenbodens kann auf 0,9^m über Schienenoberkante herabgerückt werden, und folgt daraus eine Höhe des Normalvollprofils von 2,7^m bis 2,9^m.

Die Breite des Normalvollprofils wird verringert erstens in Folge der Einführung des Interkommunikationssystems — die Trittbretter und die nach der Seite aufgehenden Thüren entfallen; zweitens durch Auflagerung des Wagens auf innerhalb der Räder befindliche Halszapfen der Achsen — die Achsschenkel kommen in Wegfall. Beiläufig erscheint die Achse mit Halszapfen sehr erheblich günstiger beansprucht, als diejenige mit Achsschenkeln.

Die Verminderung der Breite des Normalvollprofils findet ihre Grenze durch die Nothwendigkeit, die Buffer in derselben Stellung, wie bei den Hauptbahnen, wenn auch mit etwas verringertem Durchmesser der Scheiben, anzubringen.

Daher ergeben sich als

grösste Höhe des Normalprofils = 2,9 Meter

gleichmässige Breite desselben = 1,9 „

Fläche desselben = 5,386 □Meter.

Es konnte nun sofort zum Entwurfe des Normalgüterwagens geschritten werden, dessen Hauptmasse nach der Quere der Bahn direkt aus dem Normalvollprofile folgen, und erübrigt nur die Bestimmung der Länge des Normalgüterwagens. Für die Länge des Wagens im Lichten waren wieder wesentlich die Anforderungen des Grossviehtransportes, d. h. für 4 Stück in einem Wagen, welcher 5,5^m Länge im Lichten erfordert, massgebend; auch Personen- und Militärtransporte erfordern etwa dieselbe Länge.

Es wird hierauf eingehend in Abschnitt 23 nachgewiesen, dass der so hergestellte Laderaum von 5,5^m Länge auf 1,9^m Breite und 1,9^m Höhe völlig für alle Arten zu verfrachtender Güter ausreicht (wenn man vom Transporte von Langhölzern, der anderweit zu erörtern, absieht), um eine Tragfähigkeit von 200 Z vollständig auszunutzen. Es wird daher die Tragfähigkeit des Güterwagens auf 200 Z festgesetzt, und derselbe darnach konstruirt. Die vorher nur unter dieser Voraussetzung getroffenen Bestimmungen haben sonach ihre volle Giltigkeit.

Der Normalgüterwagen der Sekundärbahn wurde hiernach als ein zweiachsiger offener Güterwagen mit Plandecke von 200 Z Tragfähigkeit mit abnehmbaren Stirn-

und Seitenborden, welche in zwei Reihen übereinander angeordnet sind, entworfen. Ohne die hölzernen Borde umgibt ein an den Langseiten 15^{m} hoher, an den Stirnseiten $23,5^{\text{m}}$ hoher Bord das Plateau des Wagens.

Die äusseren Kastenmasse des Wagens sind: Länge = $5,58^{\text{m}}$, Breite = $1,9^{\text{m}}$, Höhe im Mittel = $1,9^{\text{m}}$; die lichten Kastenmasse: Länge = $5,58^{\text{m}}$, Breite = $1,7^{\text{m}}$, Höhe im Mittel = $1,9^{\text{m}}$.

Höhe des Fussbodens über Schienenoberkante = $0,9^{\text{m}}$.

Länge des Wagens zwischen den Vorderflächen der Buffer = $6,52^{\text{m}}$.

Der Flächeninhalt des Wagenplateaus ist = $9,35 \square^{\text{m}}$, zu vergleichen mit $14,3$ bis $15,0 \square^{\text{m}}$ der Hauptbahnen. Verhältniss = $2 : 3$. Durch höhere Beladung kann jedoch die Tragfähigkeit beinahe in allen Fällen vollständig ausgenutzt werden. An Grossvieh, Pferden oder Ochsen, können 4 Stück in einem Wagen untergebracht werden. In Rücksicht auf Militärtransporte befördert 1 Wagen 20 Mann oder 4 Pferde oder 1 Geschütz.

Bei dem erforderlichen sehr kurzen Radstande von $2,5^{\text{m}}$ muss der Wagen an seinen Stirnseiten stark überbaut sein, so dass die Vorderfläche der Buffer $2,0^{\text{m}}$ über die nächste Achse vorsteht; doch hat dies bei den kleinen Fahrgeschwindigkeiten, mit welchen der Wagen nur laufen darf, durchaus kein Bedenken.

Die Buffer der Sekundärwagen haben wegen des Verkehrs auf den Hauptbahnen mit einer unbedeutenden Modifikation dieselbe Stellung, wie bei den Hauptbahnwagen. Die Zugvorrichtung für die Verbindung der Sekundärwagen unter einander liegt jedoch tiefer, und hat die Zugstange über jeder Achse ein Gelenk und an der Kopfschwelle seitliche Beweglichkeit, um ein zwangloses Einstellen der Fahrzeuge in scharfe Bahnkurven zu ermöglichen. Ausserdem findet sich an jeder Stirnseite ein Zughaken in der Höhe der Zugapparate der Hauptbahnen, um die Verbindung mit diesen herstellen zu können.

Das Kuppeln und Loskuppeln der Wagen soll auf der Sekundärbahn von der Seite, ohne zwischen die Buffer zu treten, mittelst eines Kuppelfassers geschehen; zu diesem Zwecke finden sich Stützen an den Bufferhülsen angebracht. Dies wird möglich, wenn die Kuppelung nur zweigliedrig und ohne Schraube ist. Auf den Hauptbahnen können diese Wagen jedoch, wie gewöhnlich durch Dazwischentreten zwischen die Buffer an- und losgekuppelt werden, indem die Kopfschwelle hinter die Bufferscheiben genügend weit zurücktritt.

Der Durchmesser der Wagenräder ist auf $0,7^{\text{m}}$ festgesetzt, während derselbe für Hauptbahnen zwischen $0,9^{\text{m}}$ und $1,0^{\text{m}}$ beträgt. Diese Ermässigung der Rad-durchmesser ermöglicht wesentlich die tiefere Lage des Wagenbodens auf $0,9^{\text{m}}$ über Schienenoberkante, welcher bei den Hauptbahnen auf $1,22^{\text{m}}$ liegt.

Der Zugwiderstand dieses Wagens auf gerader horizontaler Strecke wird etwa $\frac{1}{3}$ Drittel mehr als derjenige der Hauptbahnwagen betragen, was jedoch, da für Sekundärbahnen starke Steigungen und scharfe Kurven eine gewichtige Rolle spielen, von wenig Belang ist.

Im Seitherigen wurde unter „Normalgüterwagen“ nur derjenige ohne Bremse verstanden. Der Normalgüterwagen mit Bremse unterscheidet sich von demjenigen ohne Bremse nur dadurch, dass von dem Oberkasten des letzteren $0,88^{\text{m}}$ der Länge für Gewinnung eines Bremserstandes an einer Stirnseite abgeschnitten sind und dass

derselbe mit einer kräftigen Bremse versehen ist. Es ist wünschenswerth, dass die besetzten Bremswagen, obgleich deren Laderaum solchergestalt beschränkt ist, dennoch in der Regel voll d. h. mit 200 Zentner Gewicht beladen werden.

Mit dieser einzigen Normalform des Güterwagens, welche in die Modifikationen desjenigen ohne und desjenigen mit Bremse zerfällt, können — nach Umständen unter geschickter Zusammenstellung beladener und leerer oder nur zum Theile beladener Wagen, alle vorkommenden Arten von Gütern befördert werden, nur für den Transport von Langhölzern und ähnlichen Frachten dürfte es sich empfehlen, eigene Wagen mit Drehgabel und Kuppelbaum zu konstruiren oder gewöhnliche Normalgüterwagen in ihren Hauptträgern so zu verstärken und überhaupt so vorzurichten, dass auf dieselben eine Drehgabel aufgesetzt und Kuppelbäume angehängt werden können. Da jedoch solche Wagen oder Vorrichtungen in keiner Weise bedingend für unser sekundäres Wagen- und Bahnsystem auftreten können, wurde ein spezielles Projekt dafür vorläufig nicht beigelegt.

Der Normalpersonenwagen der Sekundärbahn hat genau das Untergestell des Normalgüterwagens mit der einzigen Abänderung, dass die Hauptträger enger zusammengedrückt sind, um Raum für die Aufsteigetricke zu gewinnen. Jeder Wagen hat eine Plattform an einer der Stirnseiten, zu welcher die Aufsteigetricke führen, Thüren und Vorrichtungen zur Interkommunikation an jeder Stirnseite, im Inneren eine Sitzreihe an beiden Langseiten. Es sind 2 Fahrklassen einzurichten, welche der II. und III. Klasse auf Hauptbahnen entsprechen; ein Wagen II. Klasse fasst 14, ein Wagen III. Klasse 18 Plätze.

Aus dem Normalvollprofil wurde das Normallichtprofil abgeleitet, indem ersteres von 1,10 m über Schienenoberkante an aufwärts allseitig um einen Spielraum von 0,30 m erweitert wurde; es bildet eine von gebrochenen geraden Linien umschlossene Figur. Von der Höhe 1,10 m an abwärts, wo die Seitenschwankungen der Wagen von keiner Bedeutung mehr sind, folgen zwei einspringende Stufen, um die Sockel von Gebäuden, wie Brücken über die Bahn etc. und Perrons (unterste Stufe) näher herantreten zu lassen. Die grösste Höhe des Normallichtprofils für die Sekundärbahn ist 3,20 m, für Hauptbahnen 4,80 m; grösste Breite beziehungsweise 2,50 m und 4,00 m. Der Flächeninhalt des Normallichtprofils ist 7,296 □m, derjenige des Lichtprofils der Hauptbahnen für die freie Strecke 16,381 □m; Differenz 9,085 □m.

Aus dem Normallichtprofil entwickelt sich das Normaltunnelprofil, welches, reichlich bemessen, nur 10,34 □m einschliesst, während ein solches Profil für einleisige Hauptbahn gerade die doppelte Fläche umfasst. Grösste Höhe des Tunnelprofils der Sekundärbahn 3,4 m, der Hauptbahn um 5,0 m, beide für 1 Geleise; grösste Breite beziehungsweise 3,5 m und 4,8 m. Die Kosten eines einleisigen Tunnels für die Sekundärbahn kommen ungefähr auf die Hälfte eines solchen für eine Hauptbahn zu stehen, wodurch den Tunnels auf Sekundärbahnen eine weit ausgedehntere Anwendung als auf Hauptbahnen gesichert wird.

Die Kronenbreite der Bahn wurde im Auftrage auf 3,00 m, im Einschnitte auf 2,60 m festgesetzt; für Hauptbahnen hat man in beiden Fällen 4,00 m. Die Höhe der Kiesbettung genügt mit 0,28 m, das Erforderniss an Kies beträgt etwa die Hälfte desjenigen für eine Hauptbahn. Länge, Breite und Höhe der Querschwellen sollen beziehungsweise 2,20 m, 0,17 m und 0,13 m betragen, deren kubischer Inhalt noch hinter

der Hälfte einer mit $2,50^m$ auf $0,24^m$ und $0,17^m$ bemessenen Hauptbahn-Schwelle zurückbleibt.

Das Gewicht der zu verwendenden breitbasigen Fahrschienen erreicht mit 18 bis 19 Kilogramm pro lauf. Meter gerade die Hälfte des Gewichtes der jetzt üblichen Schienen der Hauptbahnen.

Für alle Bedürfnisse der Sekundärbahn genügt ein Durchmesser der Drehscheiben und eine Länge der Schiebebühnen von $3,1^m$, sowohl für Wagen als auch für Maschinen, wodurch sich die Kosten für diese Oberbautheile um mehr als die Hälfte gegen die Hauptbahnen vermindern. Ebenso fallen in Folge des noch gestatteten Kurvenradius von 60^m die Weichengleise sehr viel kürzer und somit billiger aus. Hält man dies mit den für die Schwellen mit Kiesbettung und für die Schienen ermittelten Anforderungen zusammen, so ergibt sich, dass der gesammte Oberbau der Sekundärbahn einschliesslich Weichen, Drehscheiben und Schiebebühnen für gleiche Länge der Geleisanlagen noch nicht die Hälfte an Kosten, wie bei einer Hauptbahn erfordern wird. Da die Kosten des Oberbaues bei Sekundärbahnen in erster Linie stehen, ist dies Resultat von grosser Tragweite.

Für Bahnhöfe vermindert die Entfernung der Gleise von nur $2,9^m$ bis $3,0^m$ von Mitte zu Mitte — bei Hauptbahnen $4,5^m$ — die Breite der Gleisanlagen um ein Drittel, während die Länge derselben durch Beschränkung der Maximallänge der Züge auf nur 60 Achsen = 200 Meter auf die Hälfte vermindert wird. Die für Gleisanlagen erforderliche Bodenfläche wird durch die beiden vorgenannten linearen Reduktionen um zwei Dritttheile vermindert.

Die Kosten der Brücken in der Bahn kommen infolge der verringerten Last pro Achse, der verringerten Fahrgeschwindigkeit und des schmaleren Normallichtprofils um ungefähr 1 Drittel wohlfeiler zu stehen; ebenso die Ueberführungen über die Bahn infolge der verringerten Höhe und Breite des Normallichtprofils.

Die Normalzugmaschine der Sekundärbahn soll eine 100pferdige zweiachsige Tendermaschine von $2,5^m$ Radstand sein, deren beide Achsen gekuppelt und nach Einnahme von 2500 Liter Speise-Wasser und 20 Zentner Kohlenvorrath im betriebsfähigen Zustande mit 160 Z belastet sind. Rücksicht auf das überhaupt strengstens einzuhaltende Normalvollprofil verlangt, dass die Treibcylinder innerhalb der Räder liegen. Der Durchmesser der Triebräder genügt mit $1,00^m$. Mit dieser Maschine sollen jede Art von Gütern, wie auch Personen befördert werden.

Als die normale Transportleistung einer solchen Maschine betrachten wir die Beförderung von 10 Güterwagen mit 2000 Z Nettolast auf einer geraden Steigung 1 : 100 mit einer Geschwindigkeit von $1\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde; oder von 280 Reisenden II. oder 360 Reisenden III. Klasse in 20 Personenwagen mit einer Geschwindigkeit von 2 Meilen in der Stunde; oder von 360 Mann Militär in 18 Güterwagen mit der gleichen Geschwindigkeit.

Hinsichtlich der Steigungen wird empfohlen, dieselben in der Regel nicht steiler als 1 : 100 zu nehmen; steilere Steigungen sind gestattet, jedoch nur bis höchstens 1 : 60.

Als ein sehr empfehlenswerthes Mittel, um ausserordentliche Widerstände, wie ausserordentlich steile Steigungen, desgleichen scharfe Kurven und Strecken von durch die Witterung ausserordentlich verschlechterter Adhäsion zu überwinden, wird

in Vorschlag gebracht, dass man die Zugmaschine in der Gewichtsmitte des Zuges fahren lasse, was bei Interkommunikation auf den Personenzügen und guter Signalisirung auf den Güterzügen keine Schwierigkeit hat. Der Zug kann daher vor der Strecke von grossem Widerstande in seine zwei Gewichtshälften getheilt, und diese können nach einander befördert werden.

K. Vorschläge für die Ausführung des Sekundärbahn-systems.

Wir sind weit entfernt davon, das von uns hier in Vorschlag gebrachte System für Sekundärbahnen bereits für ein allseitig genügend durchgearbeitetes und festgestelltes zu halten. Es werden bei gründlicher Ausarbeitung des Projectes ins Einzelne und später nach Anstellung von Versuchen mit Probewagen etc. sicherlich mannigfache Abänderungen, besonders in Mass und Zahl, hie und da wohl auch in grundsätzlichen Dingen eintreten müssen. Wir haben aber ein bestimmtes und hinreichend abgerundetes Projekt vorgelegt, welches einen Weg angiebt, wie die Aufgabe, welche in der Sekundärbahnfrage an uns herantritt, jedenfalls auf eine genügende Weise gelöst werden kann; auch glauben wir, dass die von uns gegebene Lösung in der Hauptsache die bestmögliche ist. Aber wir denken nicht daran, die Einzellösungen, welche das ganze Projekt ausmachen, überall für die geschicktesten anzusehen. Hier bleibt dem Maschinenkonstrukteur und dem Fabrikanten noch ein weites Feld.

Fragt es sich nun, wie der von uns gemachte Vorschlag in seine Verwirklichung eintreten kann, so scheint uns die einfachste Möglichkeit diejenige, dass eine Staatsbahn- oder Privatbahn-Verwaltung, welche wesentlich für die Erlangung guter sekundärer Eisenbahnen zur Aufsaugung des Verkehrs der umliegenden Gebiete interessirt ist, zunächst einige Normalgüterwagen, im wesentlichen nach dem von uns vorgeschlagenen Systeme, sowie eine Zugmaschine nach dem von uns aufgestellten Programme erbauen lässt. Das beste Resultat würde wohl durch das Ausschreiben einer Konkurrenz, welches die Detailkonstruktion soviel, als möglich, dem Fabrikanten freilässt, sowohl für einen Normalgüterwagen, wie für die Zugmaschine erreicht werden. Besonders für die Beschaffung einer guten Zugmaschine nach dem von uns gegebenen Programme möchte kaum ein anderer Weg empfehlenswerth sein. Ist man über die Konstruktion der Versuchswagen und der Versuchsmaschine schlüssig geworden und hat man die erforderliche Anzahl von Betriebsmitteln in Bestellung gegeben oder ist man in der Lage, einen Versuchszug aus Konkurrenzwagen und Maschinen verschiedener Konstruktion anordnen zu können, so wird eine Versuchsbahn mit steilen Steigungen und scharfen Kurven, wie solche für Sekundärbahnen zu erwarten sind, herzustellen sein. Auf dieser müssen die ausführlichsten und gründlichsten Untersuchungen über das Verhalten der Fahrzeuge besonders auf Steigungen und in Kurven und bei verschiedener Fahrgeschwindigkeit, bei verschiedener Witterung und Adhäsion, auch in Hinsicht auf Signalisirung aller Art angestellt werden. Desgleichen sind die Versuche durch Einreihung dieser Fahrzeuge in den Verkehr

der Hauptbahn zu erweitern. Man wird so in der Lage sein, sich ein deutliches und untrügliches Bild von dem zu verschaffen, was die der Probe unterworfenen Betriebsmittel bereits zu leisten vermögen, was sie nach den als erforderlich erachteten Verbesserungen werden leisten können und was endlich von einer nach den aufgestellten Grundsätzen erbauten und betriebenen sekundären Bahn zu erwarten sein wird.

Nach sachgemässer Ausführung der angedeuteten Versuche und nach günstigem Ausfalle des Ergebnisses sind, wenn man nunmehr wirklich zum Bau einer Sekundärbahn übergeht, spätere Enttäuschungen nicht mehr zu fürchten: aus jenen Versuchen lässt sich eben der Erfolg mit Sicherheit voraussehen. Das Schlimmste, dessen man sich gewärtigen müsste, wäre sonach, dass die mit nicht unbedeutenden Geldmitteln ins Werk gesetzten Versuche nicht die gewünschten, aber für die Fahrzeuge der Sekundärbahn durchaus erforderlichen Eigenschaften ergäben, so dass man genöthigt wäre, von dem Projekte ganz abzusehen. Doch ist auch dieser ungünstigste Fall noch erträglich, indem einmal die Zugmaschinen, wenn dieselben auch nicht für die Sekundärbahn geeignet erscheinen sollten, doch in jedem Falle als Rangirmaschinen oder Zugmaschinen für kurze Züge, Arbeitszüge etc. der Hauptbahn eine sehr geeignete Verwendung finden werden. Ferner würde sich auch für die Versuchswagen, wenn dieselben auch nicht in den grossen Verkehr eingestellt werden könnten, sicher eine so vielfache Verwendung auf der betreffenden Hauptbahn selbst ergeben, dass deren geschehene Anschaffung nicht als ein erheblicher Schaden bezeichnet werden könnte. Die Versuchsbahn endlich lässt sich wohl leicht so und an solcher Stelle anlegen, dass deren Kosten nicht bedeutend werden können.

Wir heben also nochmals hervor: auf die Beschaffung eines kleinen Versuchsparkes von Betriebsmaterial und Erprobung desselben auf einer Versuchsbahn und auf Ermittlung der sich den von uns gegebenen wesentlichen Bedingungen am besten anschliessenden Wagen- und Lokomotivkonstruktionen kommt zunächst Alles an. Die Lösung unserer Aufgabe muss lediglich von der Seite des Wagenbaues und Lokomotivbaues angegriffen werden, und zwar mit steter Berücksichtigung der zu gewinnenden Tracirungselemente. Ist man sich über die Wahl der Detailkonstruktionen für die Betriebsmittel völlig klar geworden, so braucht für das weitere Vorgehen ein Weg nicht mehr angegeben zu werden. Derselbe ist von selber klar vorgezeichnet.

Da die Vorzüge und Nachtheile einerseits der Normalspur und andererseits der Schmalspur für Sekundärbahnen bereits vielfältig beleuchtet sind, haben wir es überhaupt unterlassen, auf diese Frage einzugehen. Wir setzten als zweifellos voraus, dass die Beibehaltung der Normalspur, wenn ohne Aufopferung gewichtiger Vortheile möglich, jedenfalls höchst wünschenswerth sei, sodann aber sollte unser fertiges Projekt entscheidend für die Normalspur sprechen. Wir können es uns jedoch nicht versagen, auch noch das Folgende zu Gunsten der Normalspur im allgemeinen hervorzuheben. Uns scheint zunächst nicht sowohl die Nothwendigkeit des Umladens beim Uebergange von der schmalspurigen Sekundärbahn auf die Hauptbahn und umgekehrt, sondern vielmehr der Umstand von grösster Tragweite, dass eine Schmalspurbahn mit ihrem Betriebsmateriale in jeder Beziehung gänzlich isolirt ist. Denn die meisten Schmalspurbahnen werden eigene Reparaturwerkstätten für bedeutende Reparaturen nicht anlegen können, der Transport reparaturbedürftiger Betriebsmittel

nach der nächsten Werkstätte einer Hauptbahn oder Fabrik muss daher auf einer anschliessenden normalspurigen Bahn mit grosser Unbequemlichkeit und grossen Kosten geschehen. Ebenso ist es mit dem Bezuge neuen Betriebsmaterials. Sodann ist die Mitbenutzung der bereits vorhandenen Lokomotiv- und Wagenschuppen, der Aufstellungs-, Rangir- und sonstiger Dienstgeleise der Hauptbahn unmöglich, die Mitbenutzung von Kohlenbühnen und Wasserkrahnen sehr erschwert und vertheuert. Ferner können die Hauptrangirplätze und wichtigen Zentralplätze der Hauptbahn nicht erreicht werden, überhaupt die so reichen Hilfsmittel einer grossen Hauptbahn nur in viel geringerem Masse in Mitbenutzung gezogen werden. Weiter ist an eine gegenseitige Aushilfe verschiedener durch ein Stück Hauptbahn getrennter Schmalspurbahnen mit ihrem Betriebsmateriale nicht zu denken — und doch wäre dies ausserordentlich wichtig!

Zweifellos erscheint es in sehr vielen Fällen als ein wirthschaftlich richtiges Ziel, dass die Baukosten der Sekundärbahnen in Grunderwerb, Erdarbeiten und Unterbau von den Gemeinden, Kreisen, Provinzen, vielleicht auch vom Staate aufgebracht werden; die Beschaffung des Oberbaues und der Hochbauten, sowie die ganze Unterhaltung und den Betrieb der Bahnen übernimmt dagegen am besten eine anschliessende Hauptbahn. Wie ungern aber wird sich wohl die Verwaltung einer Hauptbahn hierzu verstehen, wenn die zu übernehmende Bahn schmalspurig ist! wie leicht dagegen wird sie sich dazu verstehen, wenn die Bahn normale Spur hat, wenn sie derselben die nöthigen Betriebsmittel leicht zuführen, in ihren Zentralwerkstätten leicht repariren, in ihren Schuppen und auf ihren Aufstellungsgeleisen leicht unterbringen, wenn sie die zu befördernden Wagen auf vorhandenen Gleisgruppen ansammeln und rangiren und sich sonst anderweitig, wie angedeutet, vorhandener Anlagen bedienen kann; wenn nichts sie hindert, sekundäre Betriebsmittel je nach Bedarf von einer auf die andere Sekundärbahn überzuführen, ja wenn sie sich nöthigenfalls ihrer sekundären Betriebsmittel zur Aushilfe auf der Hauptbahn bedienen kann! Es sind dies Erwägungen vom allergrössten Gewichte. Die Wichtigkeit systematischer Einheitlichkeit durch das gesammte Eisenbahnnetz eines Landes hindurch wird heutzutage immer mehr erkannt und angestrebt. Sollte man die Rücksicht darauf bei der Sekundärbahnfrage ganz ausser Acht lassen wollen, um später mit grossen Kosten herzustellen, was sich jetzt ohne Mehrkosten erreichen lässt?

Wir wollen hier noch einen Punkt hervorheben, welcher vorzugsweise geeignet ist, eine grossartigere Entwicklung unserer Sekundärbahnen zu erleichtern. Es ist bereits in Abschnitt 3 darauf hingewiesen, dass bei einer weiteren Entwicklung des Sekundärbahnnetzes sich jede Hauptbahn, auch wenn in dem eigenen Netze keine Sekundärbahnen vorkommen sollten, zweckmässiger Weise mit einem angemessenen Wagenpark von Sekundärwagen versehen würde: nur um direkt und ohne Umladen Güter von Stationen der Hauptbahn nach denen der Sekundärbahnen befördern zu können. Es wird diese Anschaffung von seiten der Hauptbahnen kein grosses Opfer sein, da die Sekundärwagen unter allen Umständen ein sehr verwendbares und unter manchen Verhältnissen ein besonders vortheilhaftes Betriebsmittel auch für Hauptbahnen sein werden. Diese Wagen sollen viel leichter, sagen wir besser: unter Zugrundelegung bedeutend geringerer Sicherheitskoeffizienten bei der Dimensionirung der Konstruktionstheile, als die Wagen der Hauptbahnen, ausgeführt werden, da jene

nur in Zügen von halb so grosser Geschwindigkeit, wie diese, verkehren sollen. In den Sekundärwagen würden somit die Hauptbahnen einen Park von »Wagen für kleine Geschwindigkeit« erhalten. Auf französischen Bahnen hat man bereits Wagen für kleine Geschwindigkeit und es scheint dies wohl beachtenswerth. Sicher kann ein Wagen, welcher nicht rascher, als 4 Meilen die Stunde fährt, um einen erheblich geringeren Preis ausgeführt werden, als ein Wagen, der oft einer Geschwindigkeit von 8 Meilen und mehr in der Stunde ausgesetzt ist.

Beim Beginne der Einführung des neuen Sekundärbahnsystems würde man die Güter unzweifelhaft an der Uebergangsstelle zwischen Haupt- und Sekundärbahn in den meisten Fällen umladen müssen, weil nemlich einerseits beim Uebergange vieler Sekundärwagen auf die Hauptbahnen die Sekundärbahnen zu viel von den eigenen Betriebsmitteln abgeben müssten, ohne anderweitig Ersatz zu erhalten; andererseits werden nur sehr wenige Hauptbahnstationen zufällig einen Sekundärwagen haben, wenn sie desselben bedürfen, um eine Fracht nach einer Sekundärbahnstation zu befördern. Es wird daher in beiden Richtungen in der Regel ein Umladen stattfinden müssen. Der Vortheil, die Umladung zu vermeiden, wird somit zunächst nicht oder nur in sehr unvollständiger Weise erreicht; und es würde, wenn dieser Grund allein für die Beibehaltung der Normalspur spräche, dessen Gewicht kaum die nöthige Kraft haben. Wir zeigten aber vorhin, wo nach unserer Ansicht der Hauptvorzug liegt und verweisen auf das Gesagte.

Später jedoch nach ausgedehnter Entwicklung des Sekundärbahnwesens würde die Rücksicht auf Vermeidung des Umladens allerdings wieder in ihre Rechte eintreten, und würde der Vortheil der gleichen Spurweite mit den Hauptbahnen mit dem Wachsen der Sekundärbahnen und des Verkehrs auf denselben auch in dieser Hinsicht immer bemerkbarer werden.

L. Uebersicht über das den Sekundärbahnen vorbehaltene Gebiet.

Wir wollen zum Schlusse unserer Untersuchungen noch einen Blick auf die Gebiete werfen, auf welche sich unsere Sekundärbahnen erstrecken dürften.

Was die Beschaffenheit der Landschaft oder des Gebietes anlangt; welches sich zur Anlage von Sekundärbahnen unseres Systems vorzugsweise eignet, so wird es zweckmässig sein, dieselben zunächst in solchem bergigen Lande auszuführen, wo höhere Bergrücken das Land in bestimmt abgegrenzte Theile theilen und dem Laufe der Hauptverkehrsstrassen für Gegenwart und Zukunft bestimmte Richtungen vorschreiben, so dass die Frage, was eine Hauptbahnlinie ist und was voraussichtlich immer eine sekundäre Linie sein wird, ohne Schwierigkeit entschieden werden kann.

Nehmen wir das Flussgebiet des Rheines, so sind dessen sekundäre und theilweise auch tertiäre Thäler bereits meistens mit Hauptbahnen versehen, und

würden die meisten tertiären und viele quaternäre Thäler den Sekundärbahnen vorbehalten sein. Im Elsass hat man bereits mehrere kurze Bahnen, welche alle Kennzeichen einer sekundären Linie haben, jedoch ganz wie Hauptbahnen erbaut sind und betrieben werden. Zwei derselben werden in der That allgemein als Sekundärbahnen bezeichnet, jedoch hauptsächlich um der Art und Weise ihrer Entstehung willen. Der Unterbau derselben wurde nemlich von den Departements hergestellt; Oberbau, Hochbau und Fahrmaterial aber von der französischen Ostbahn geliefert. Die Bahnen werden in dieser Hinsicht als Muster für die Erbauung von Sekundärbahnen aufgestellt. Es sind dies die Linien von Strassburg nach Barr und Wasselnheim*) und von Schlettstadt nach Markirch. Weitere ganz ähnliche Zweiglinien, wenn auch nicht in der vorigen Weise zu Stande gekommen, sind die Linien von Kolmar nach Münster, von Bollweiler nach Gebweiler, von Mühlhausen nach Wesseling. Diese sämtlichen Bahnen laufen in tertiären Thälern des Rheingebietes aufwärts gegen die Vogesen, welche eine sehr markirte Wasserscheide abgeben. Dass hier eine Hauptbahn die Vogesen niemals überschreiten wird, kann man mit Bestimmtheit voraussehen. Die sekundären Bahnlinien sind also deutlich gekennzeichnet. Der Elsass stellt uns das beste Beispiel einer für Anlage von Sekundärbahnen nach unserem Vorschlage geeigneten Landschaft dar: Eine grosse einheitlich verwaltete Hauptbahn im Hauptthale (d. h. eigentlich sekundäres Thal — Ill — des Rheingebietes), daran schliessen sich zahlreiche Nebenlinien, welche bestimmt als sekundäre Bahnlinien erscheinen und als solche ausgeführt noch eine gute Rente abwerfen können. Wie vortheilhaft würden sich diese Seitenlinien mit sekundären Betriebsmitteln in der Hand der Direktion der Reichseisenbahnen verwalten lassen; wie leicht würden sich die Bedürfnisse an Betriebsmaterial gegenseitig ergänzen; zwei, drei Zweige könnten vielleicht mit nur einer Maschine betrieben werden; sämtliches Material wird in den Werkstätten der Hauptbahn reparirt, die Maschinen können in den Schuppen der Hauptbahn Unterkunft finden, die Gleiseanlagen von Hauptbahnhauptstationen zum Rangiren und Aufstellen der Sekundärwagen mitbenutzt werden etc. Es würde sich für die Hauptbahn empfehlen, stets einen erheblichen Prozentsatz ihres sämtlichen neu zu beschaffenden Betriebsmaterials als sekundäres zu bestellen, und würde der gesammte sekundäre Park so gross werden, dass stets eine Anzahl von Sekundärwagen auf der Hauptbahn selbst vertheilt sein könnten. Hätte man die bestehenden Zweigbahnen im Elsass als sekundäre nach unserem Vorschlage ausgeführt, so würden dieselben sicherlich sehr bedeutend wohlfeiler erbaut worden sein. Allein auch jetzt noch würde der Betrieb der bereits vorhandenen Zweigbahnen mit sekundären Betriebsmitteln bedeutende Ersparnisse an Oberbau und die Annahme unseres Vorschlages für die künftig zu erbauenden Zweigbahnen noch eine bedeutende Ausbreitung derselben im Elsass möglich machen. Ein ganz ähnliches Bild, wie der Elsass, bietet die gegenüberliegende rechte Seite des Rheinthaales. Hier werden die Thäler des Schwarzwaldes gewiss noch ein sehr reiches Netz von sekundären Linien möglich und noch vortheilhaft erscheinen lassen. Diese sämtlichen Bahnen, we-

*) Die Strecke Barr-Wasselnheim wird allerdings durch die Verbindung mit den gegenwärtig in der Ausführung begriffenen Strecken Barr-Schlettstadt und Wasselnheim-Zabern Theil einer durchgehenden Hauptbahnlinie werden; es bleiben aber die von dieser Linie gegen die Vogesen aufsteigenden Querthäler für sekundäre Bahnen vorbehalten.

nigstens soweit dieselben sich auf die westlichen Theile des Schwarzwaldes erstrecken, wären der Verwaltung der Badischen Staatsbahn zu unterstellen. Man bedenke ferner, welches reiche, konzentrirte in den nächsten Beziehungen zu einander stehende Netz von Sekundärbahnen dieser und der vorbeschriebene elsässische Theil des Rheingebietes zusammen darstellen würden. In ähnlicher, wenn auch nicht so scharf gezeichneter und einfacher Weise verläuft das ganze Rheingebiet auch weiter abwärts. Die Rheinpfalz und der Odenwald, die Seitenthäler der Lahn und der Sieg, der Mosel u. s. f. bis hin zu den industriellsten Gegenden von Rheinland und Westphalen erheischen ein vielmaschiges Netz solcher Sekundärbahnen, welches im grossartigsten Zusammenhange stünde. Auch das Neckargebiet, also Württemberg, sowie das Maingebiet, die Abhänge des Böhmerwaldes und der Tyroler Alpen nach Baiern würden eine grosse Anzahl von Sekundärbahnen erfordern, welche Gebiete sämmtlich in nahem territorialem Zusammenhange stehen. Es schliessen sich noch an die Abhänge des Thüringer Waldes und des Harzes, sodann das Königreich Sachsen und die Provinz Schlesien; besonders verlangen die Abhänge des Erzgebirges im Königreich Sachsen noch eine bedeutende Anzahl sekundärer Linien.

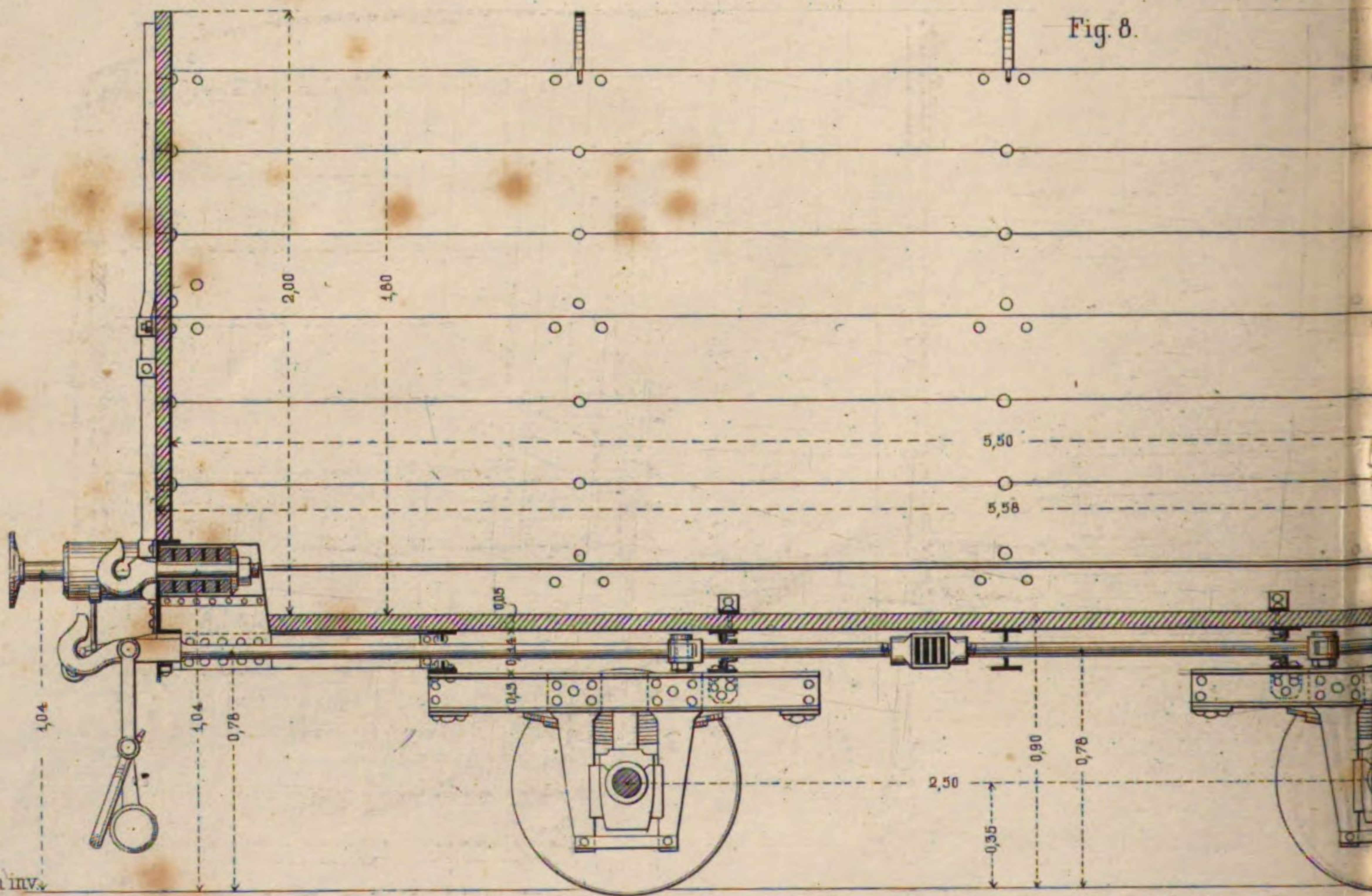
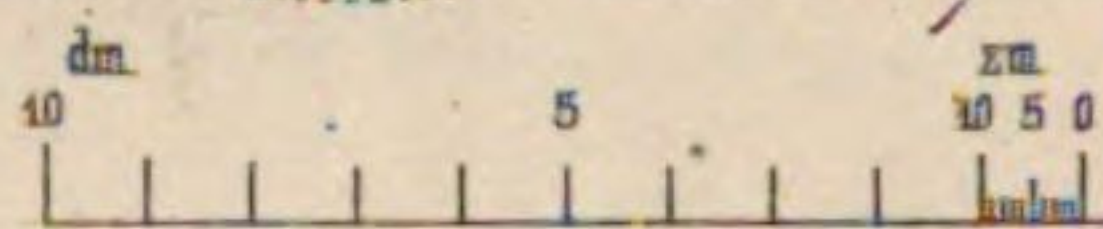
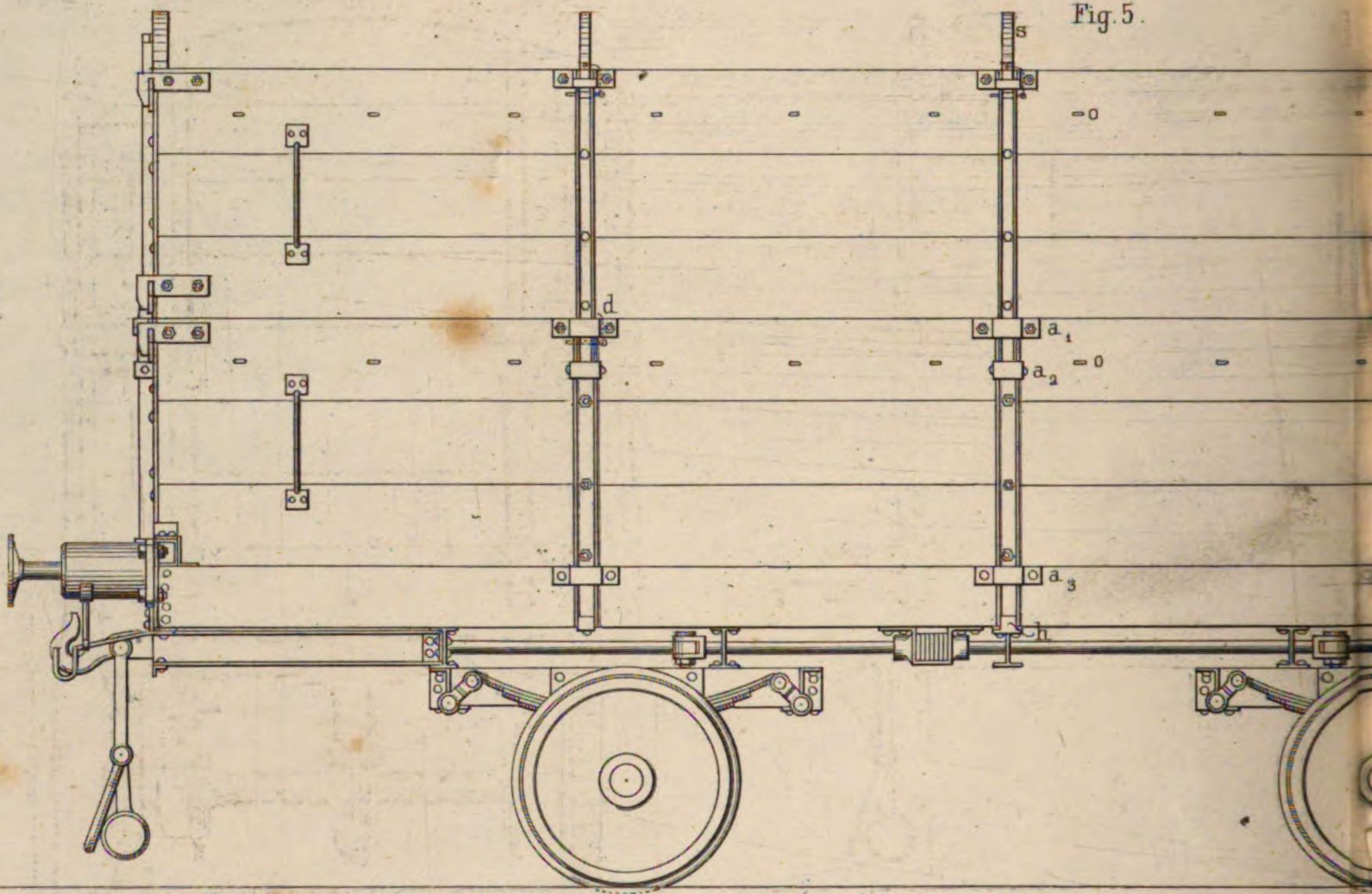
Ob auch in der norddeutschen Tiefebene sich die Anlage solcher Sekundärbahnen empfehlen würde, scheint weniger leicht zu entscheiden, indem dort in der Regel die Frage, ob eine zu erbauende Linie eine sekundäre sein soll und voraussichtlich bleiben wird, schwierig zu beantworten sein wird. Ist eine Bahn als Sekundärbahn mit steilen Steigungen und scharfen Kurven erbaut, und soll dieselbe später, Notabene ohne den bestehenden Betrieb zu stören, in eine Hauptbahn umgebaut werden, so wird dieser Umbau in der Regel einem Neubau gleichkommen. Liegen jedoch in dieser Hinsicht keine Bedenken vor, so würde die Annahme unseres sekundären Systems es möglich machen, dass die Bahn sich stets hart auf der Oberfläche bewegen kann, die Erdarbeiten würden ausserordentlich mässige werden, dergleichen die Kosten für den Grunderwerb. Gerade in den hauptsächlich ackerbauenden östlichen Provinzen Preussens, wo der Güterverkehr kein sehr intensiver ist und kein rascher zu sein braucht, wird es sich empfehlen, in ausgedehntem Masse ein Eisenbahnsystem von bescheideneren räumlichen Ansprüchen, von sehr bedeutend billigerem Oberbau — welcher ja hier die Hauptrolle spielt —, mit kurzen, aber möglichst oft fahrenden Zügen in Anwendung zu bringen. Aufgabe des Staates wird es sein, die noch fehlenden Hauptlinien von grossem Güter- und Schnellverkehre in den Hauptzügen festzulegen, mögen dieselben nun in nächster Zeit gebaut werden oder nicht. Auf diesen Linien dürfen nur Hauptbahnen konzessionirt oder vom Staate selbst erbaut werden. Sekundäre Linien lasse man alsdann Private, Gemeinden, Kreise oder die Provinzen bauen, wie dieselben wollen, jedoch müssen diese Bahnen normalspurige sein und sich den in den von uns vorgeschlagenen Hinsichten festgestellten einheitlichen Bestimmungen unterwerfen. Es scheint uns hier die Ausführung auch langer Linien nach unserem Systeme um so empfehlenswerther, als die Leistungen desselben für Militärtransporte aller Art noch sehr beachtenswerthe sind und da ferner der Transport von Grossvieh auf diesen Bahnen noch möglich und vortheilhaft erscheinen würde.

Für Oesterreich, dessen Bahnnetz mit dem deutschen so vielfach verwebt ist, erscheint die Annahme eines bescheideneren Bahnsystems neben den Hauptbahnen,

welches sich dem Boden dieses an bergigem Gebiete so reichen Landes leichter anschmiegt, in nächster Zeit geradezu eine Nothwendigkeit. Hier kann man in dem grössten Theile des Reiches fast niemals durch die Frage in Verlegenheit kommen, was Haupt- oder Sekundärbahnlinie ist und bleiben wird.

Soviel scheint uns unter allen Umständen unzweifelhaft, dass ein Eisenbahnsystem von bescheideneren pekuniären Ansprüchen und von grösserer Beweglichkeit und Schmiegsamkeit, als unser jetziges Hauptbahnsystem, jedoch mit Beibehaltung der normalen Spurweite, geschaffen werden muss. Und wir sind ferner überzeugt, dass ein geeignetes System nur in der von uns eingeschlagenen Richtung gefunden werden kann. Wie weit der Verfasser bereits im Einzelnen der richtigen Lösung nahe gekommen ist, wird derselbe hoffentlich aus dem Urtheile der Fachgenossen zu entnehmen Gelegenheit haben. Derselbe möchte zum Schlusse seine Vorschläge einer eingehenderen Würdigung von Seiten des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen empfehlen.

Berlin im September 1875.



v. Ritgen inv.

Ernst & Korn. Berlin.

Fig. 6.

Taf. I.

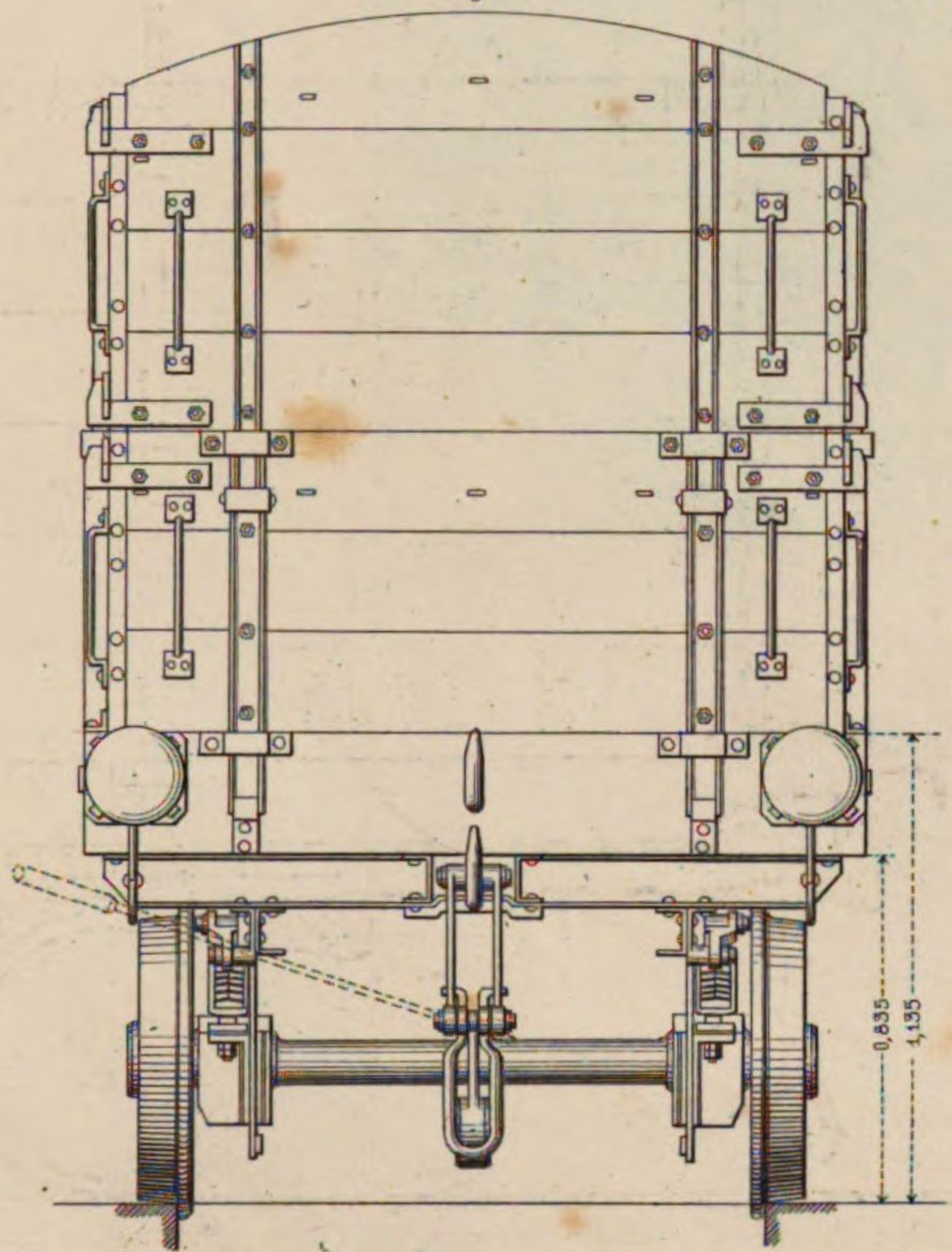
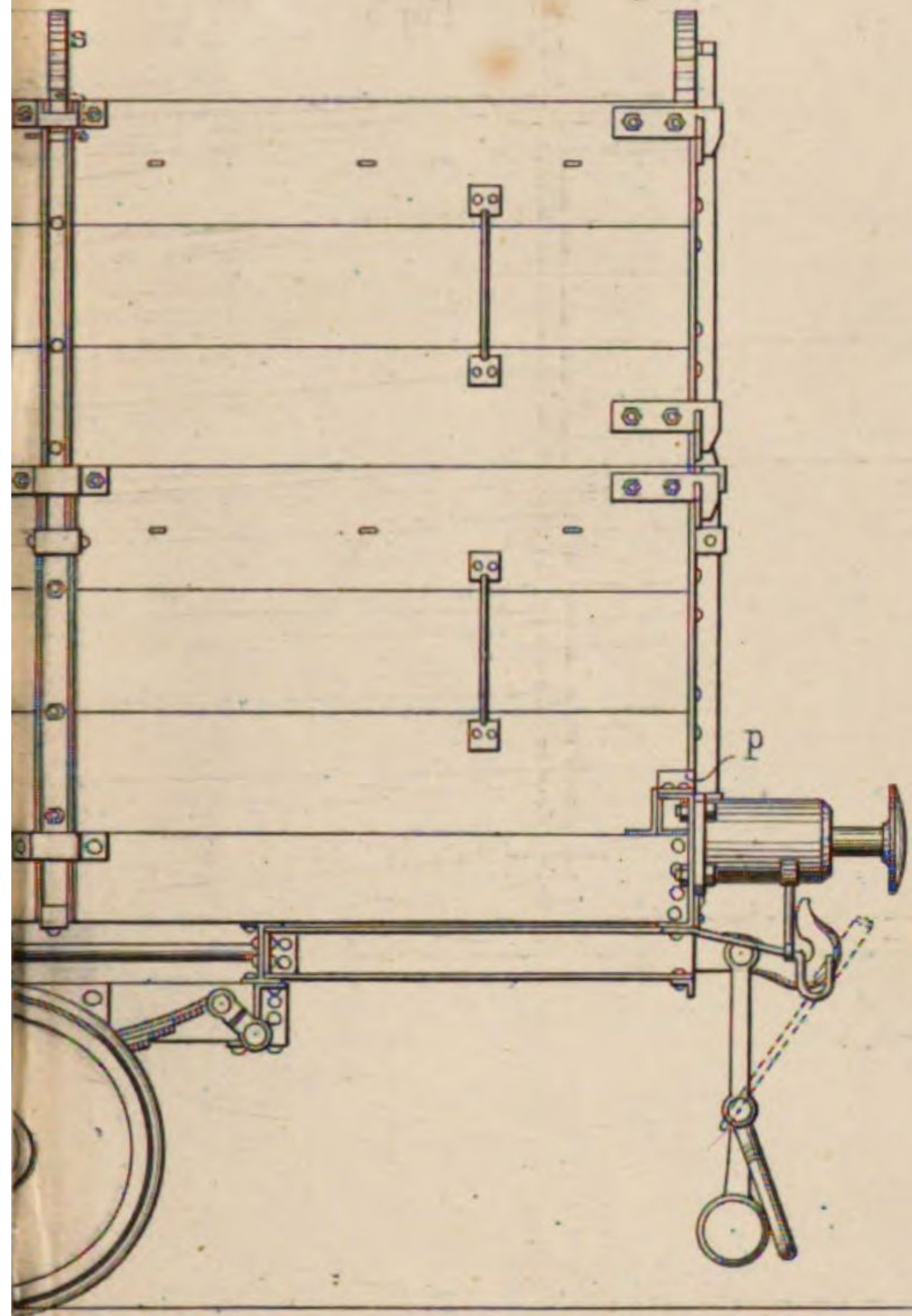
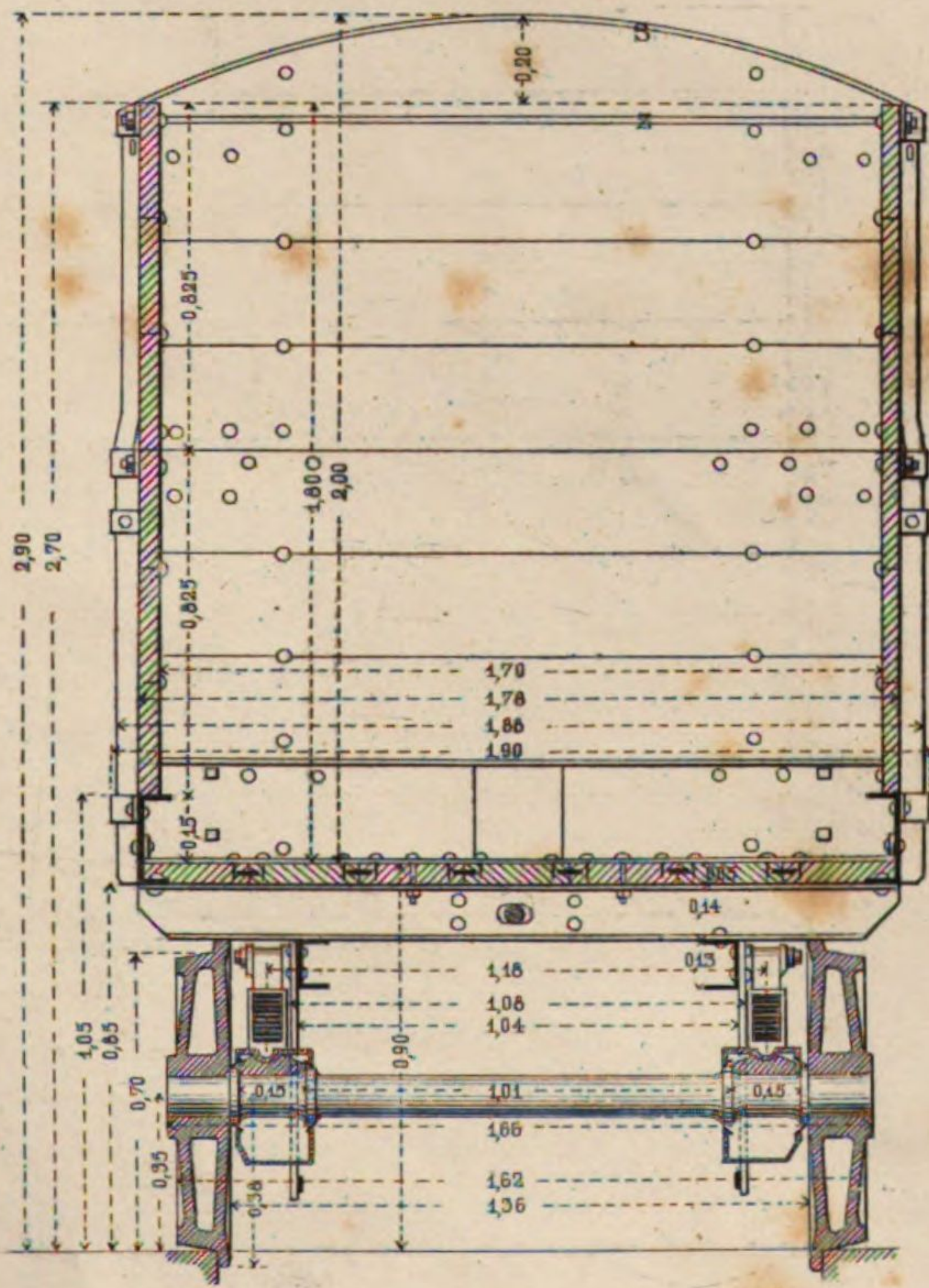
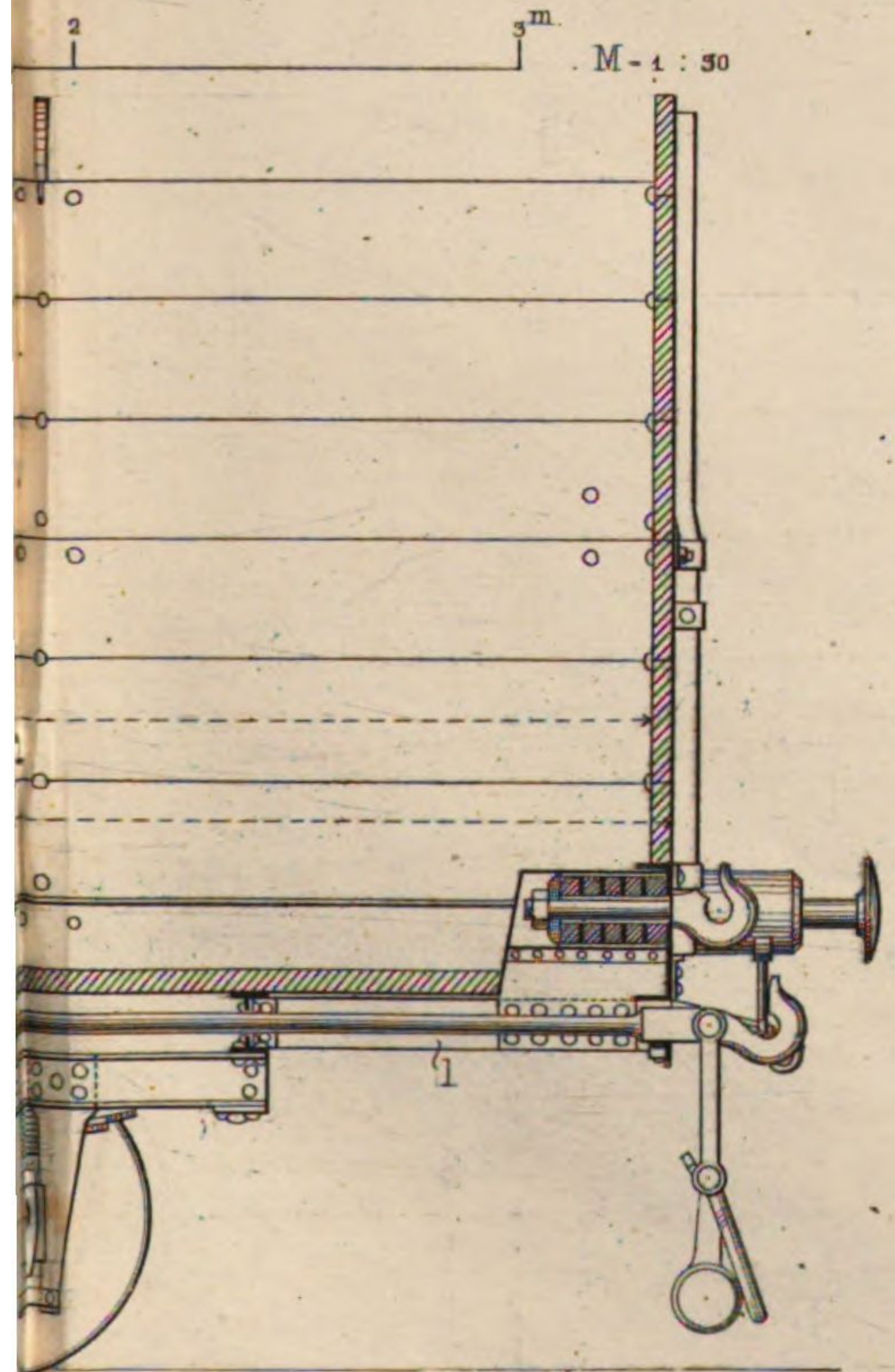


Fig. 7.



Walther gest.

Fig. 1

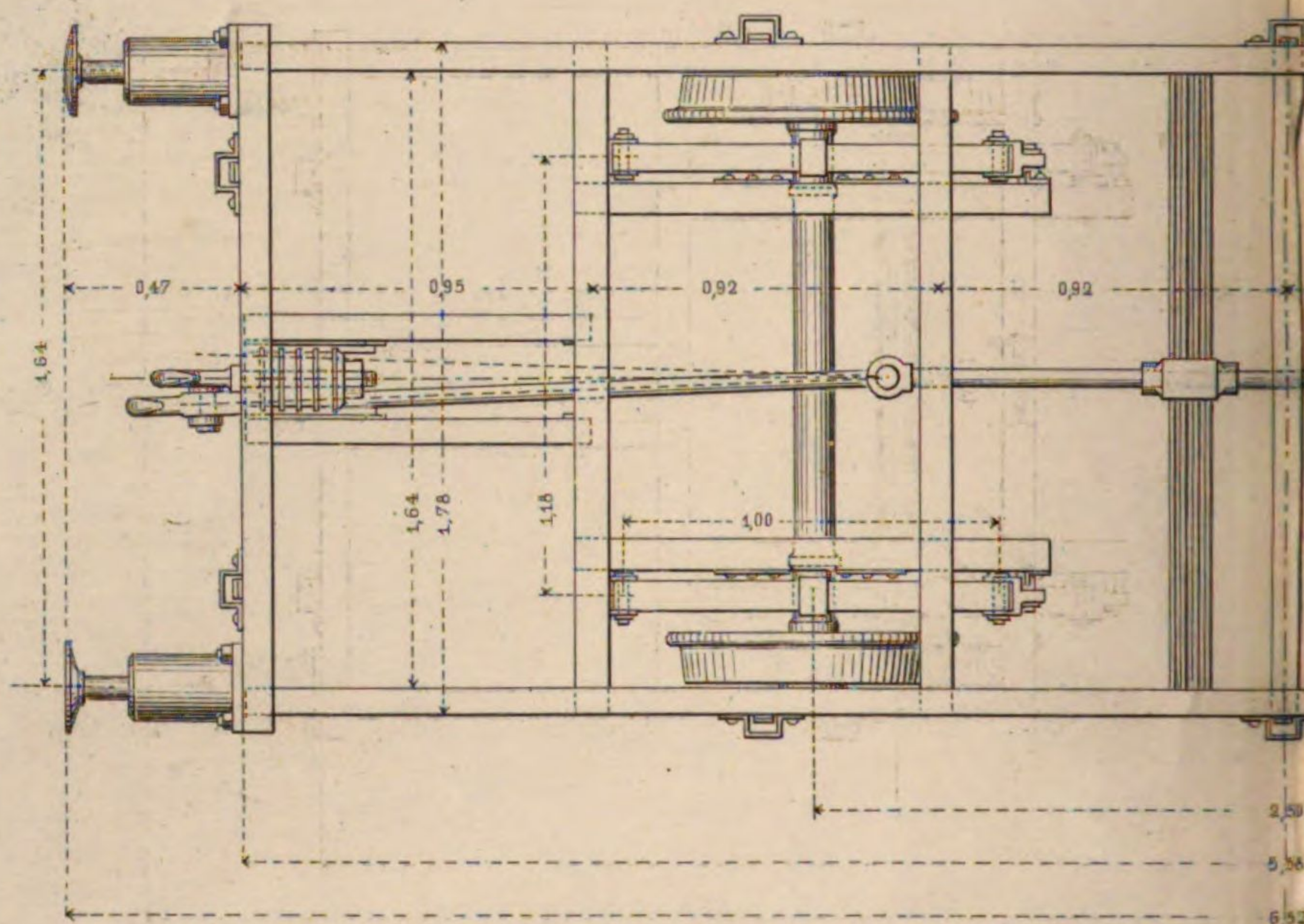
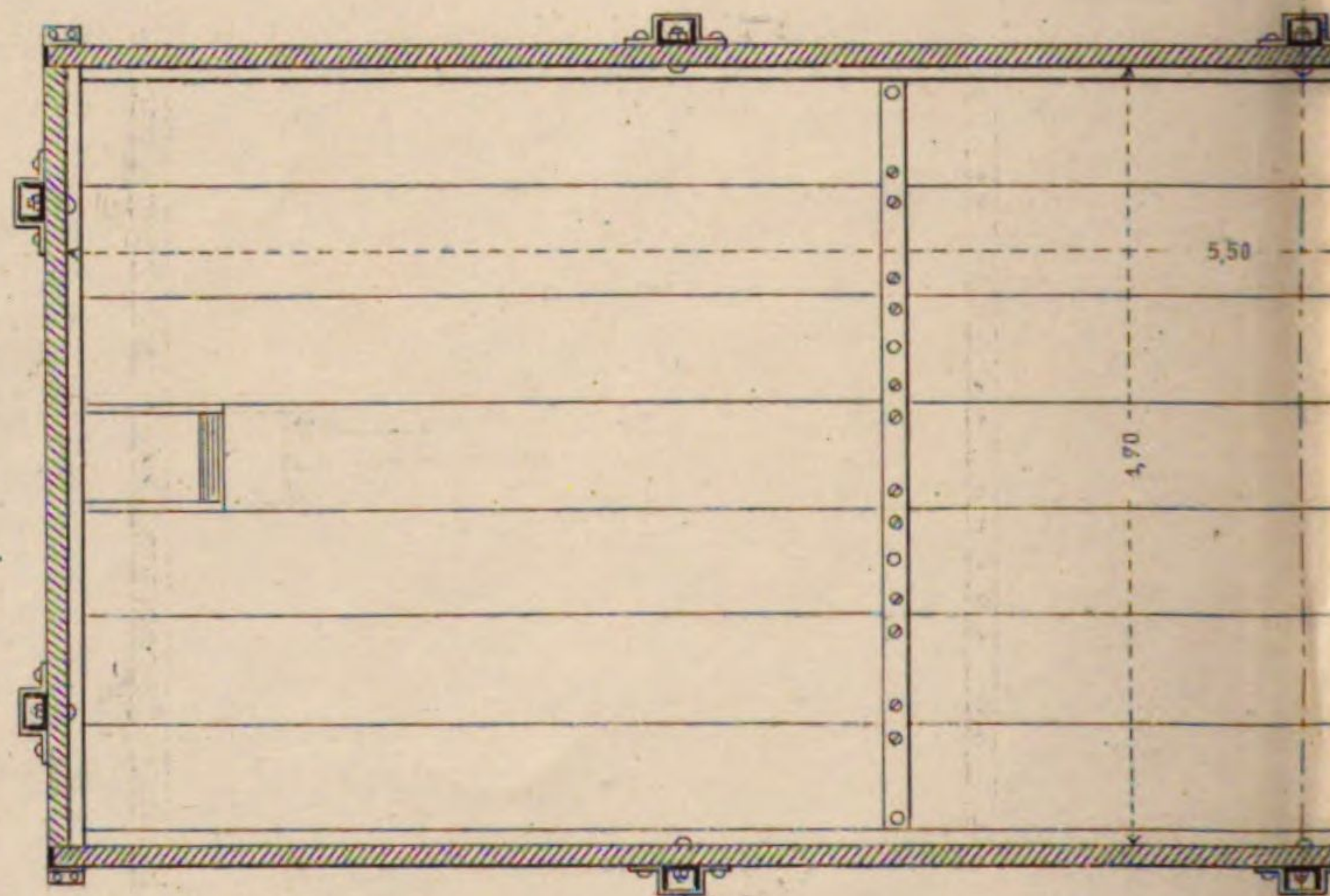


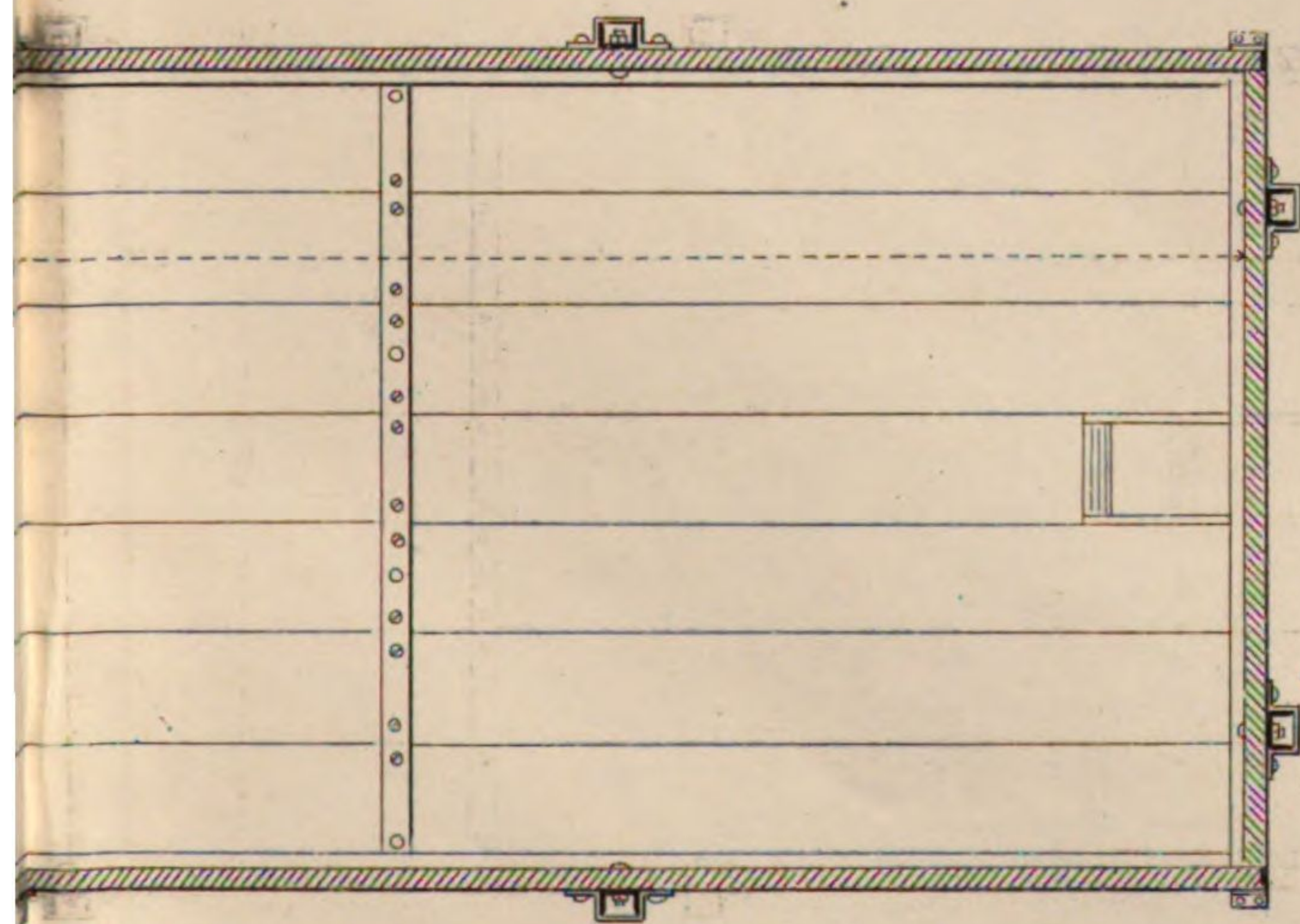
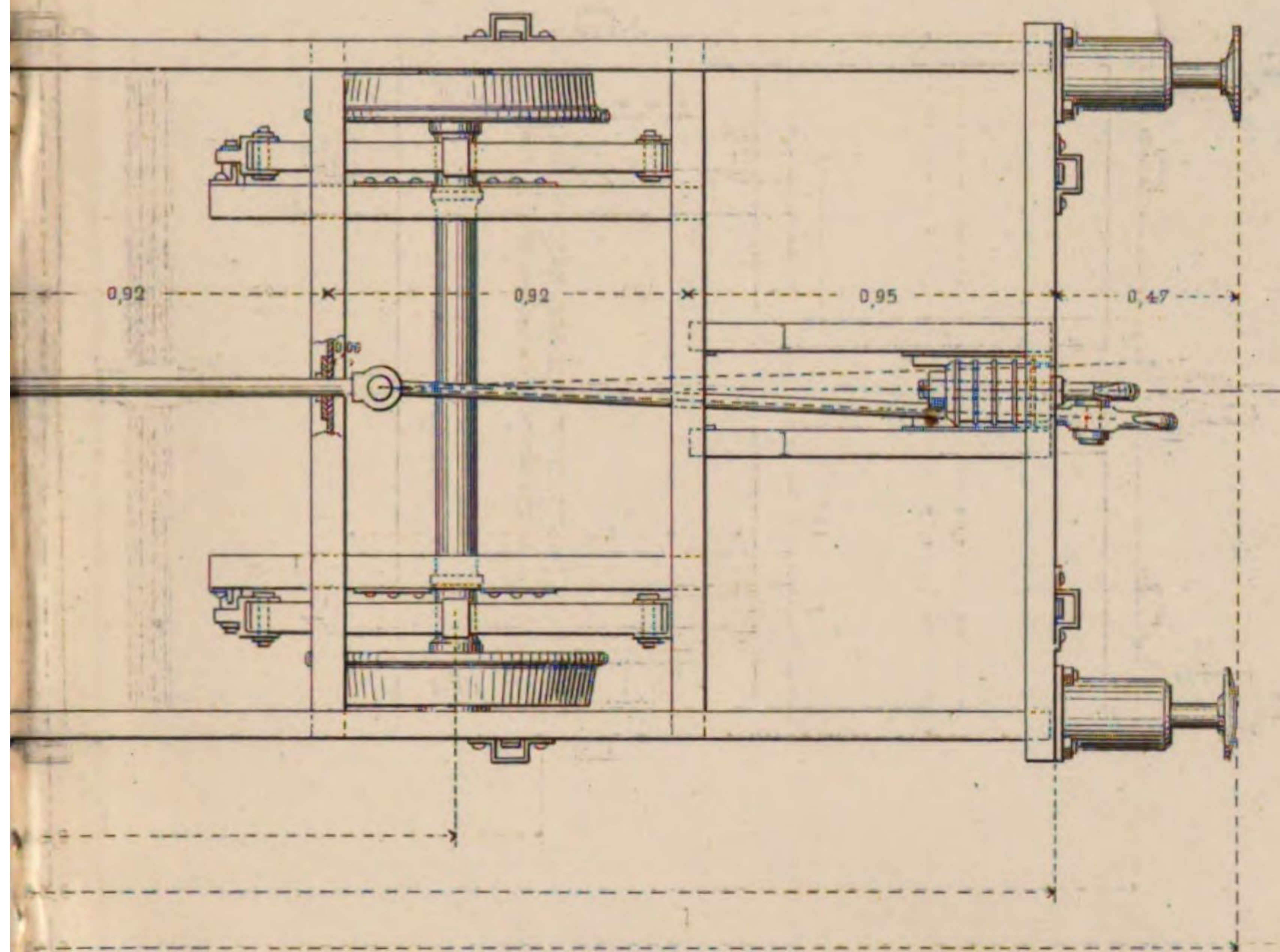
Fig. 2



v. Ritgen inv.

Ernst & Korn

Taf. II.



2

3^m

M - 1 : 30

Berlin.

Walther gest.

Fig. 18.

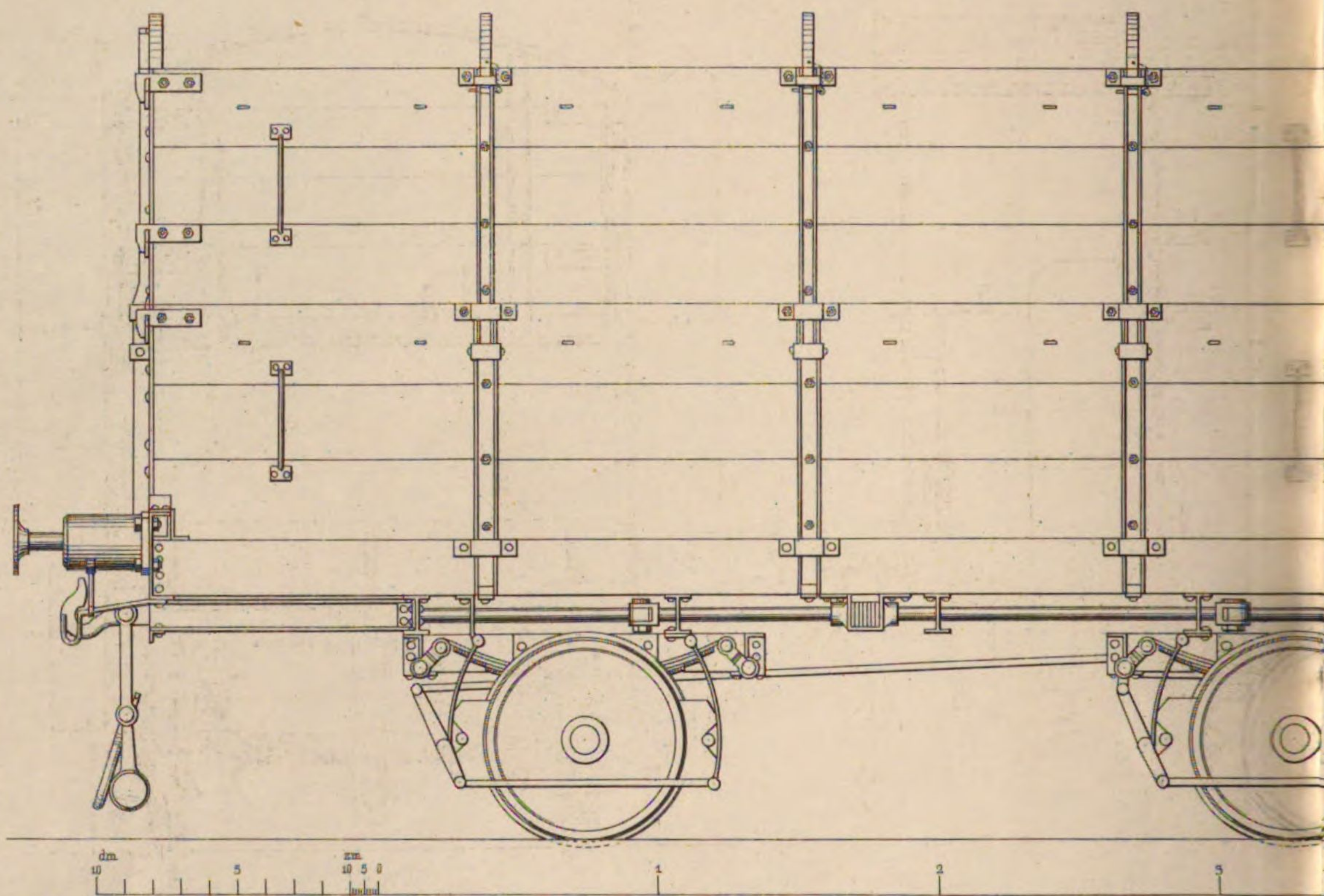


Fig. 20.

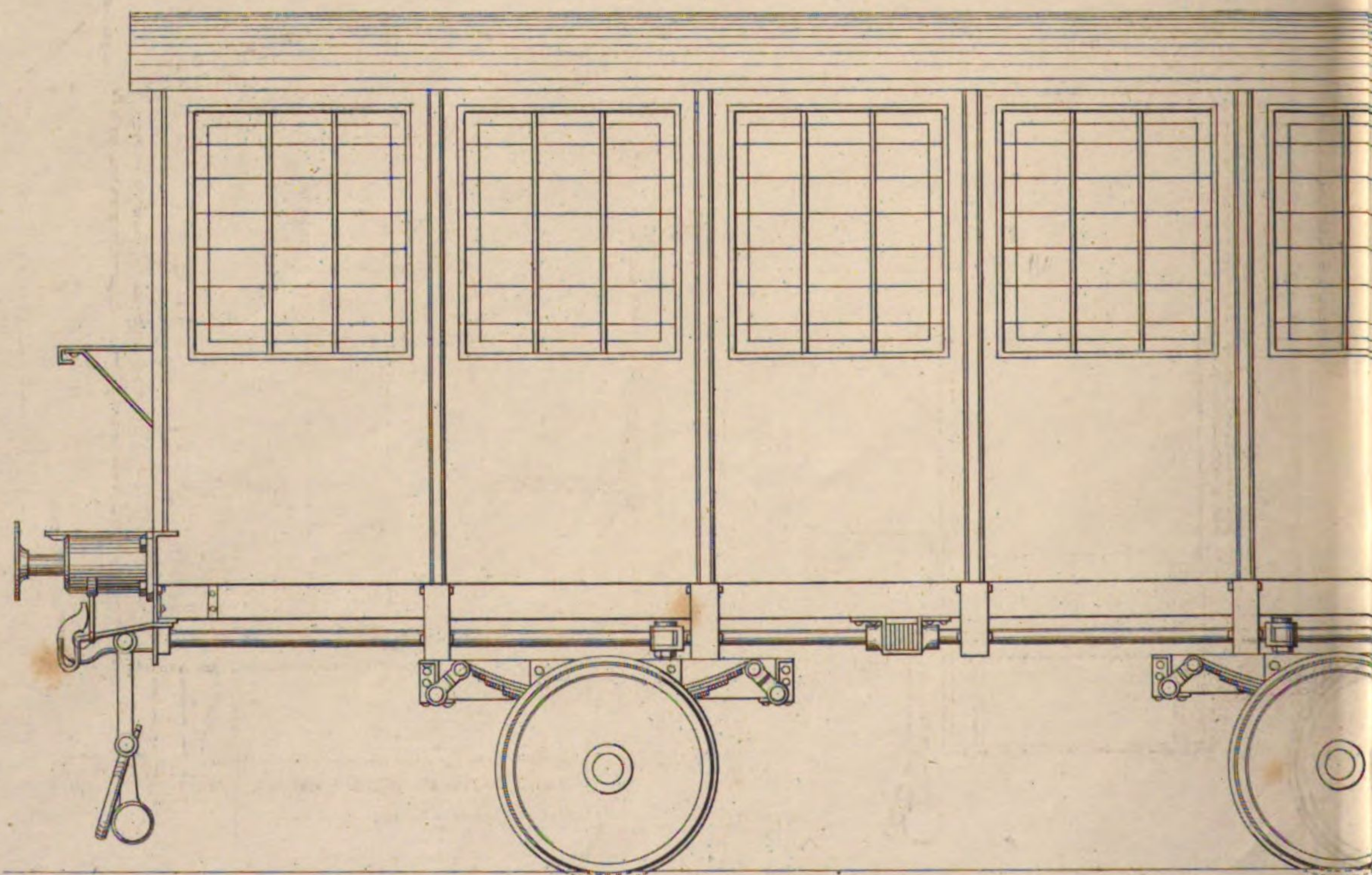


Fig. 19.

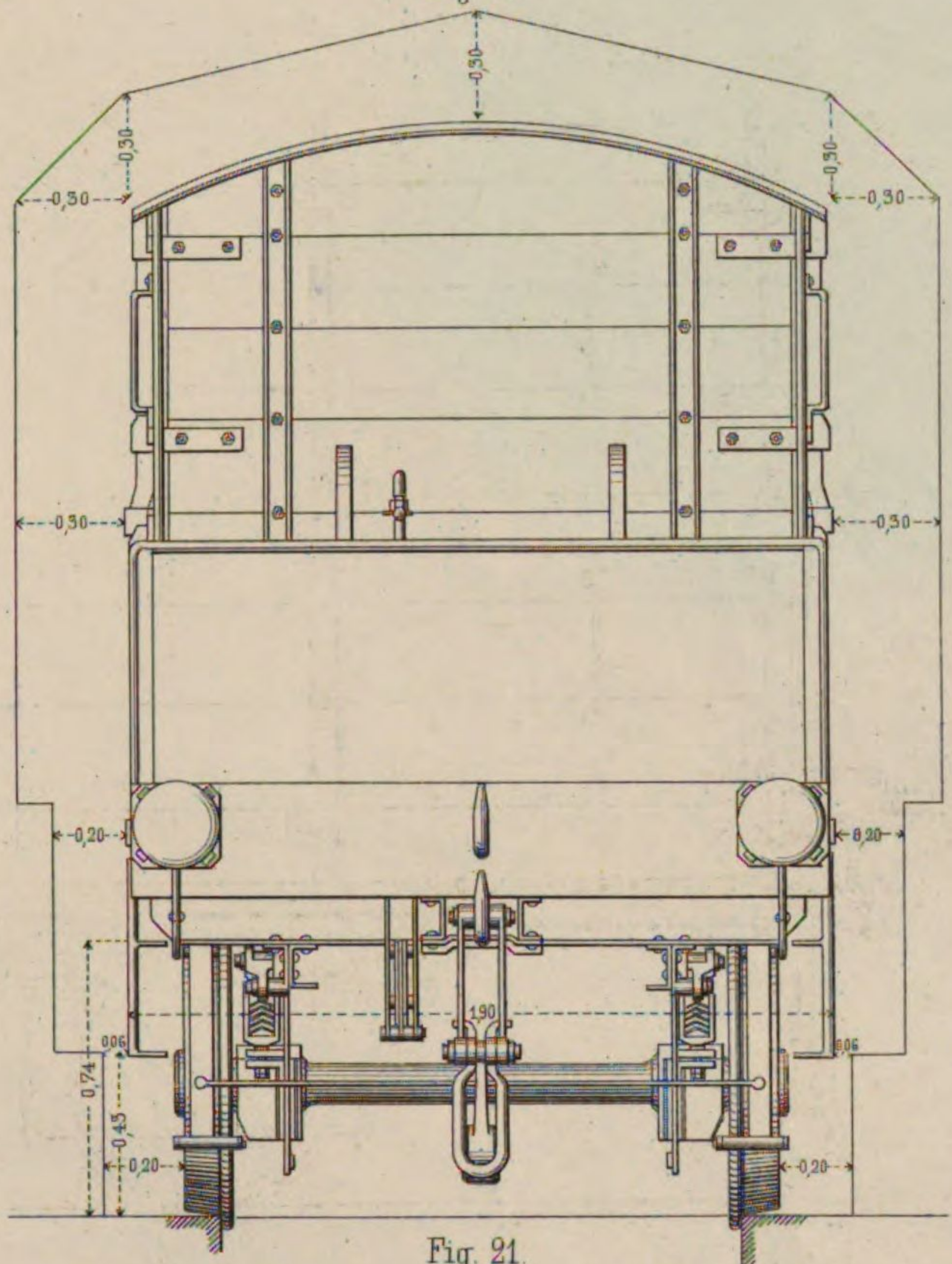
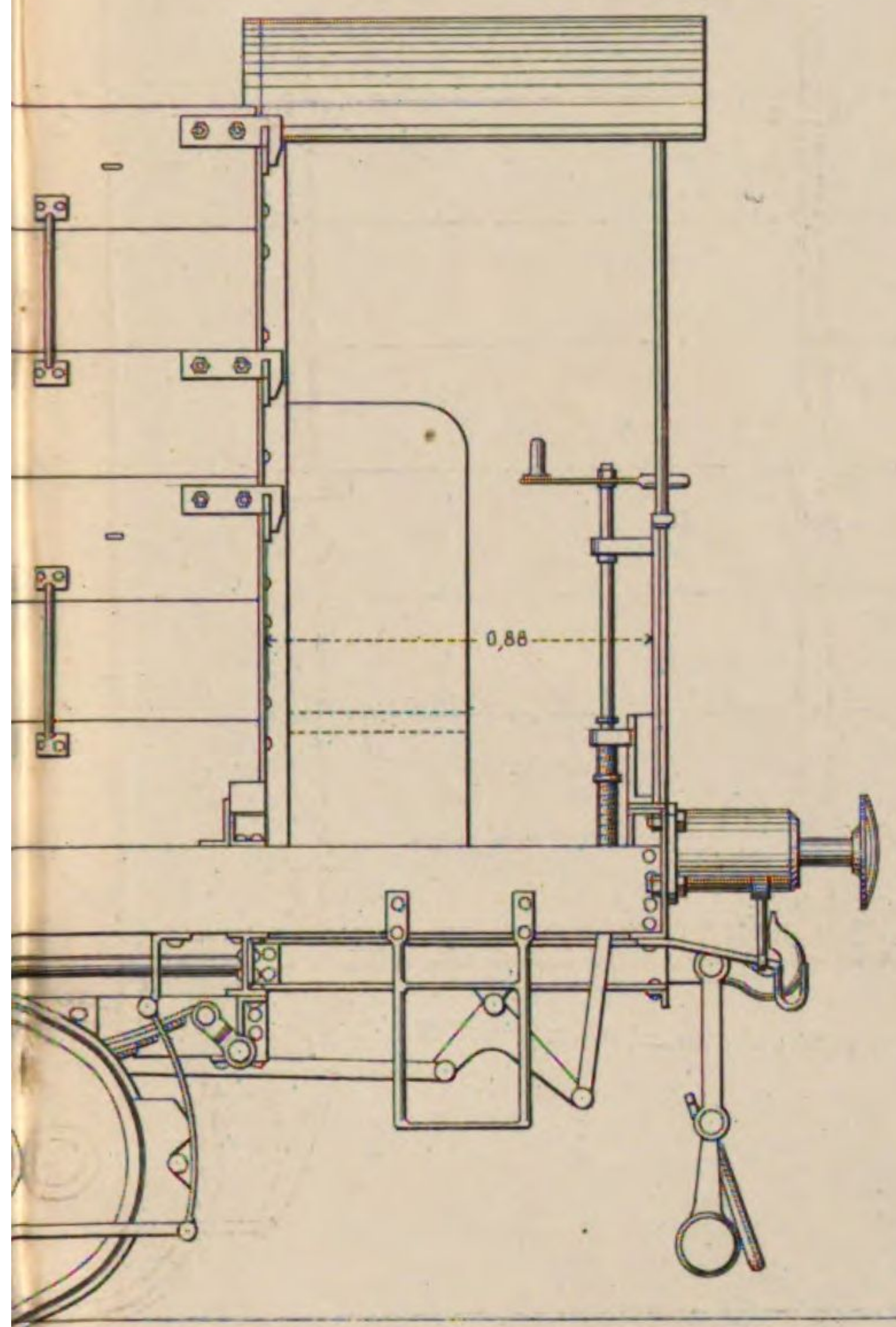
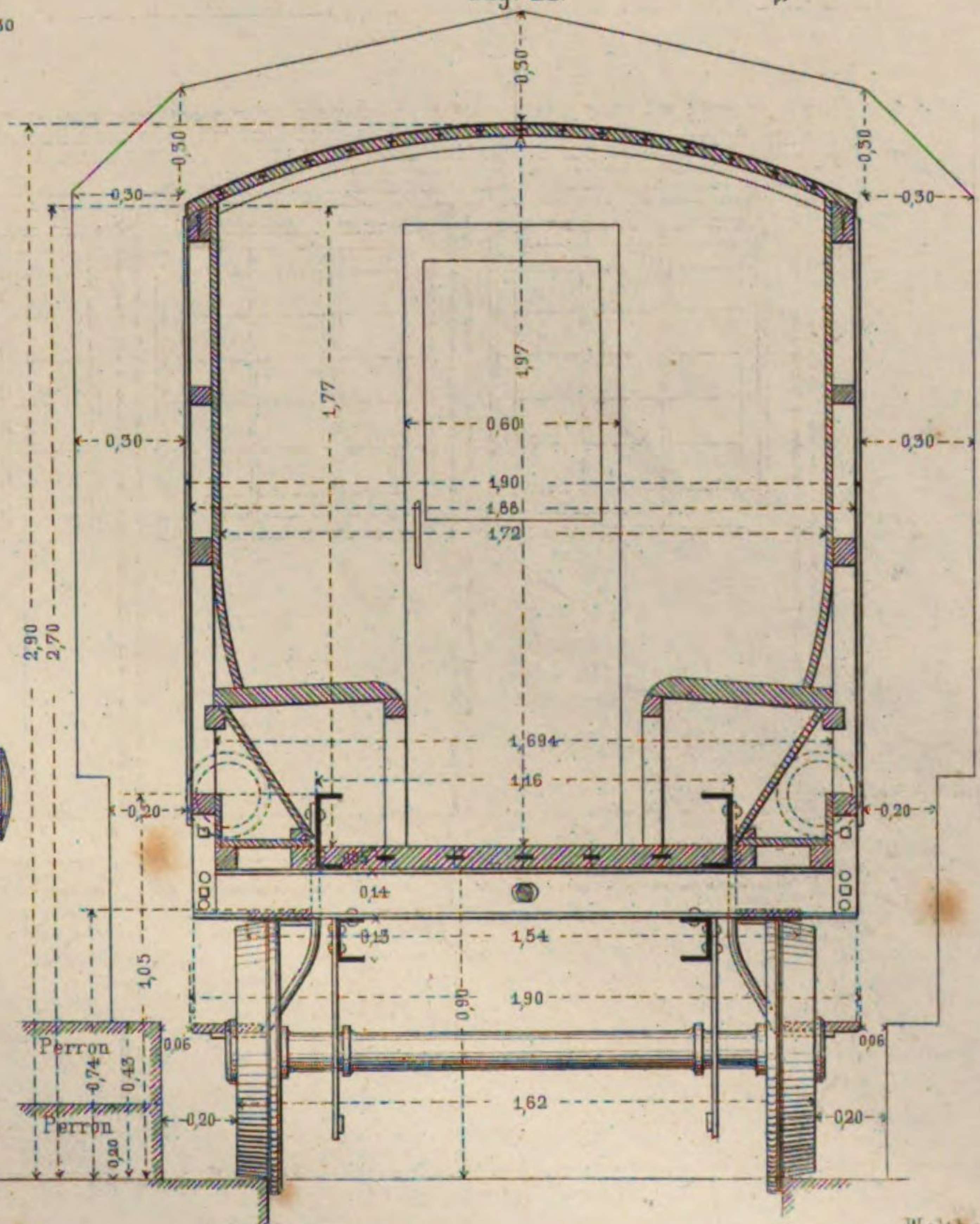
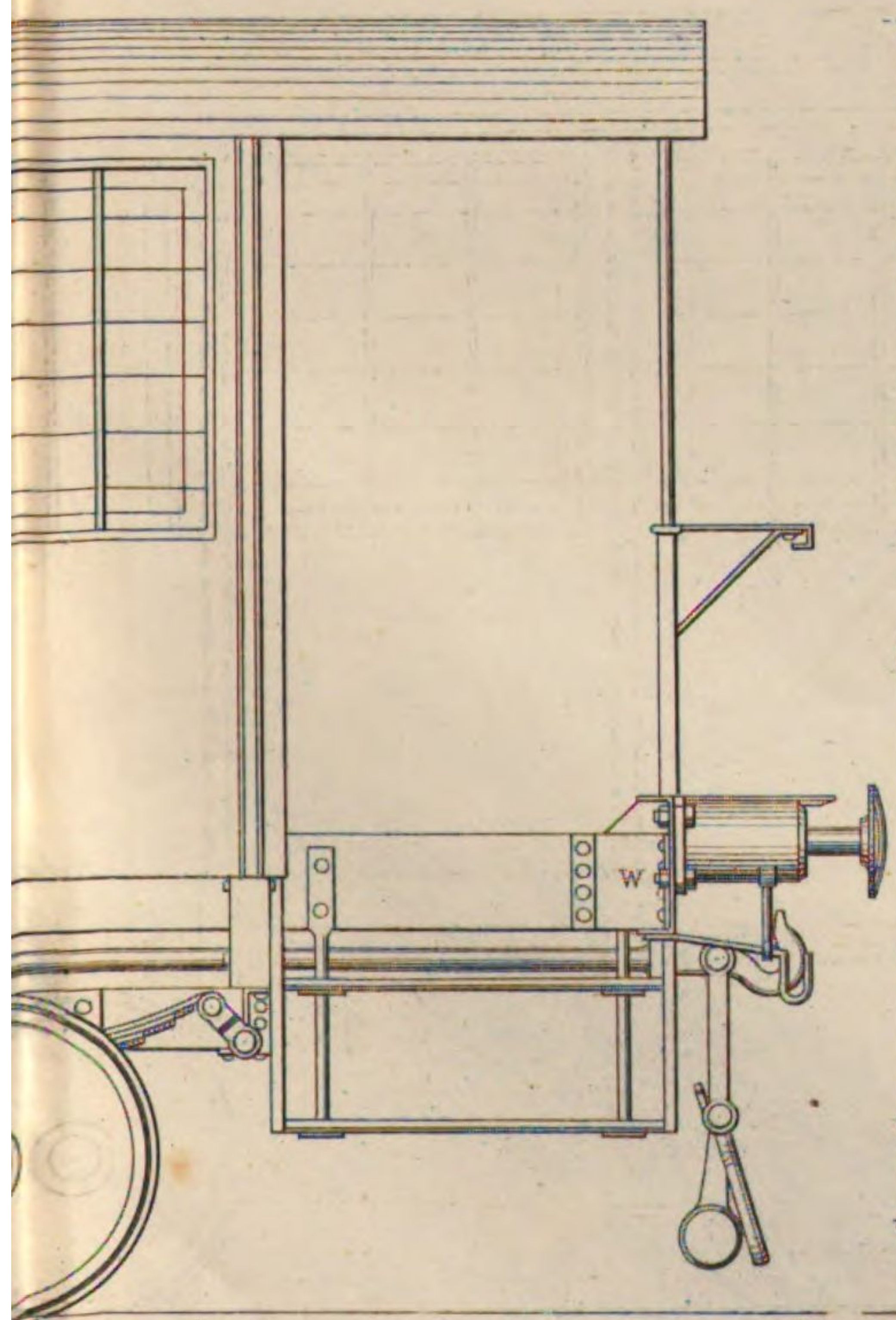
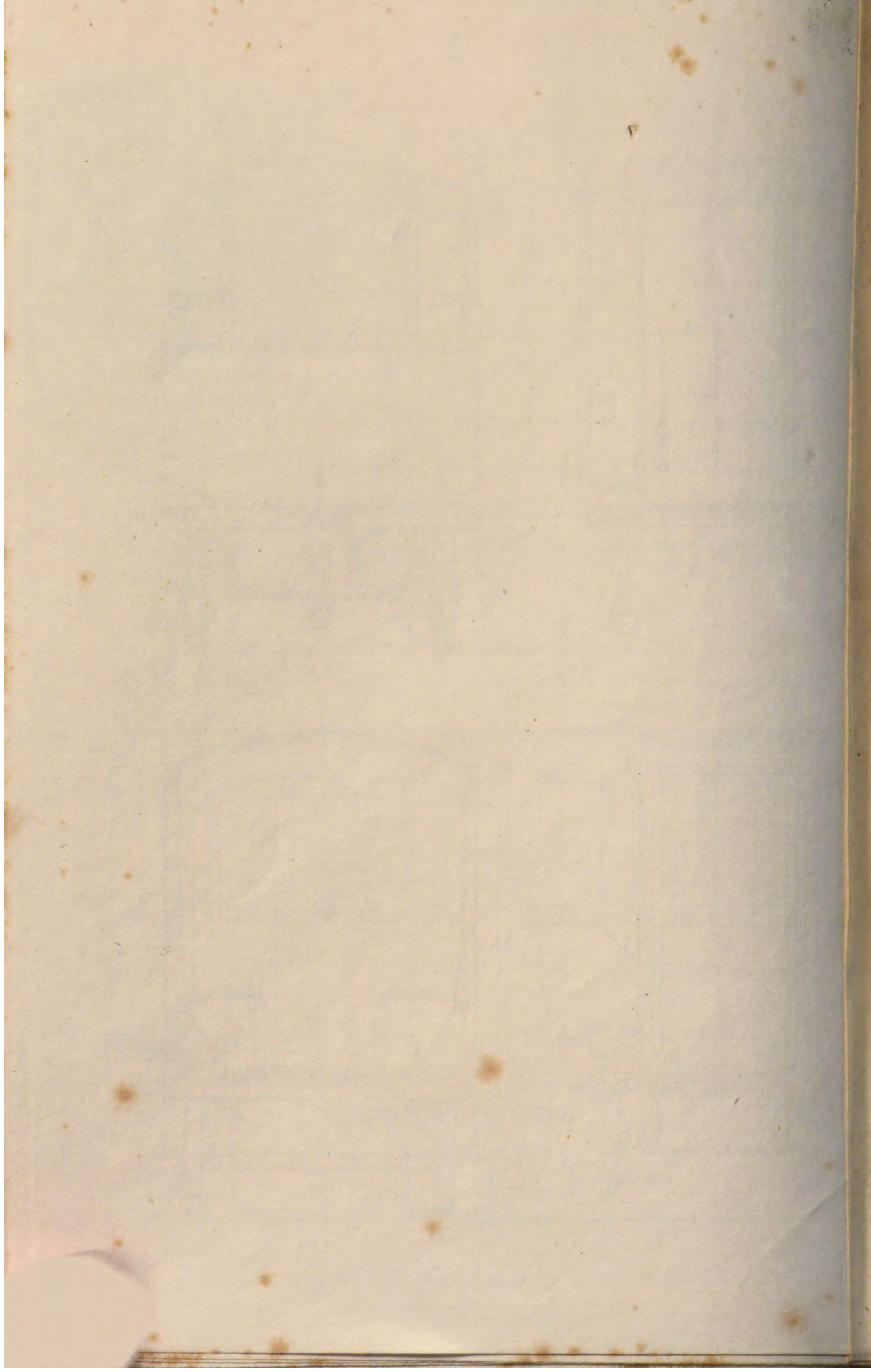


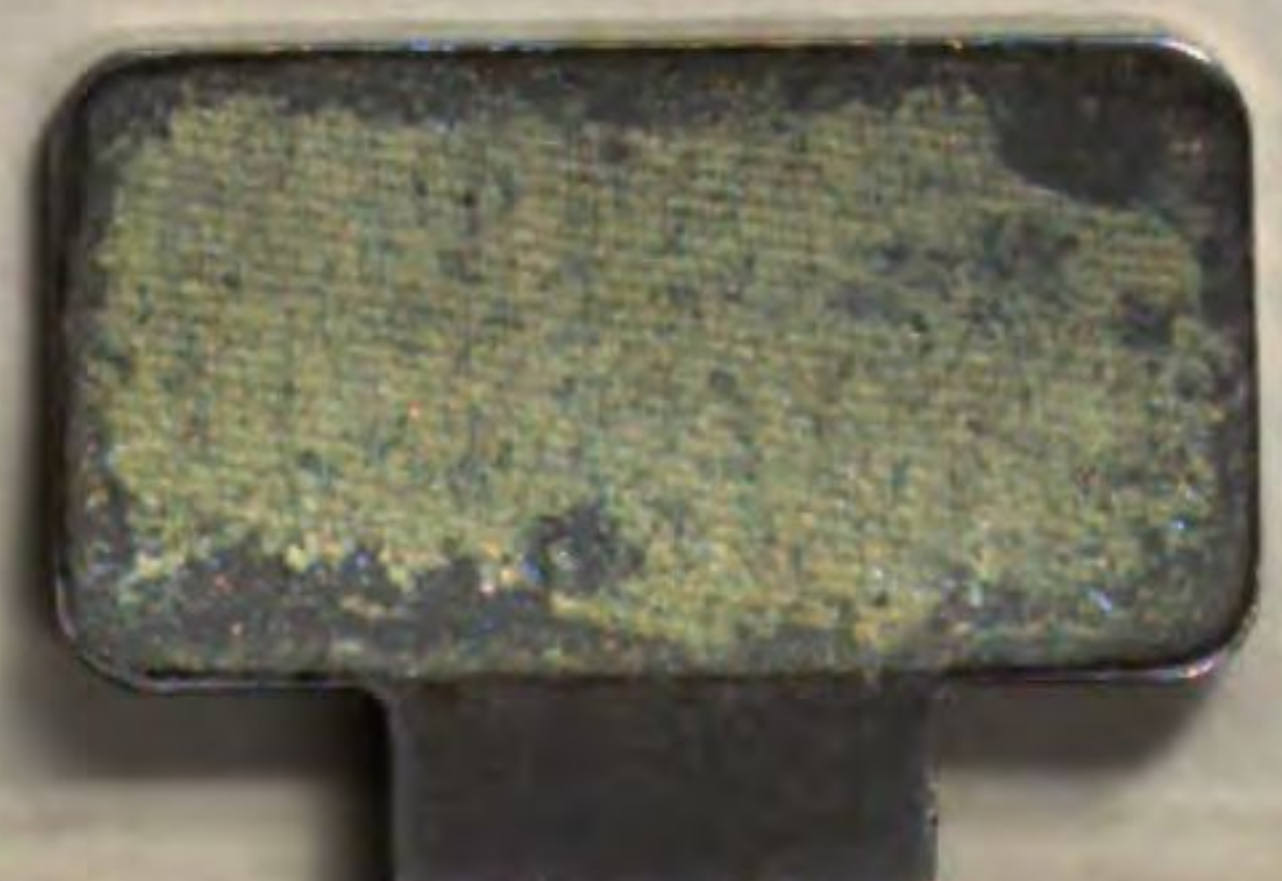
Fig. 21.





Im Verlage von **Ernst & Korn** in Berlin sind unter andern erschienen:

- Baensch, Geh. Baurath, Studien aus dem Gebiete der Ostsee.** gr. 4. Mit 5 Kupfertafeln. 1872. geh. 3 Mark.
- **Die Sturmfluth an den Ostsee-Küsten** des Preussischen Staates vom 12/13. November 1872. gr. 4. br. Mit 16 Kupfertafeln. 10 Mark.
- Bestimmungen** für die Aufstellung der technischen Vorarbeiten zu Eisenbahn-Anlagen. Zwei Tafeln in gr. Folio nebst Text in kl. Folio. 1871. (Amtlich.) 12 Mark.
- Brandt, E., Lehrbuch der Eisen-Constructions** mit besonderer Anwendung auf den Hochbau. Dritte Auflage. gr. 8. Mit 1400 Holzschnitten und 3 Kupfertafeln. 22 Mark.
- Hagen, G., Handbuch der Wasserbaukunst.** 3. Auflage. I. Theil. 1—2. Band. Die Quellen. Mit einem Atlas von 23 Tafeln in Folio. 28 Mark.
- Desgl. II. Theil. 1—4. Band. Die Ströme. Mit einem Atlas von 48 Tafeln in Folio. 56 Mark.
- Desgl. III. Theil. Das Meer. (Seeufer- und Hafenbau.) Vier Bände. Mit einem Atlas von 44 Tafeln in Folio. 56 Mark.
- Preis complet, umfassend 10 Bände. 140 Mark.)
- **Ueber Form und Stärke gewölbter Bogen.** Zweite Auflage. gr. 8. geh. 2½ Mark.
- Hartwich, E., Erweiterungsbauten der Rheinischen Eisenbahnen.**
- Erste Abthlg.: Die Rheinbrücke bei Coblenz. Mit XVII Taf. gr. Folio. cart. 20 Mark.
- Zweite Abthlg.: Fähranstalten für den Eisenbahnverkehr. Mit VII Tafeln. cart. 9 Mark.
- Dritte Abthlg.: Eiserne Brücken. 32 Tafeln in Doppelfolio. cart. 40 Mark.
- Heinzerling, Prof. Dr. F., Die angreifenden und widerstehenden Kräfte der Brücken- und Hochbau-Constructions.** 2. vermehrte Auflage. (Im Druck.)
- Henz, Praktische Anleitung zum Erdbau.** 3. Auflage. Bearbeitet v. Streckert. gr. 8. br. nebst Atlas mit 19 Tafeln in 4. 19 Mark.
- **Normalbrücken und Durchlässe** nebst den zur Veranschlagung derselben erforderlichen Raumermittlungen. Zweite Auflage. Mit 22 Kupfertafeln. Lex. 8. 1869. geh. 5 Mark.
- Ingenieurs-Taschenbuch.** Herausgegeben vom Verein „die Hütte“. Zehnte vermehrte, Fuss- und Metermaass gleichmässig berücksichtigende Auflage. 1875. 8. geh. 6 Mark. geb. in Sarsenet 7 Mark.
- Ligowski, Prof. Dr. W., Taschenbuch der Mathematik.** Tabellen und Formeln zum Gebrauch für höhere Lehranstalten und zur Anwendung bei den in der Praxis vorkommenden Berechnungen. Mit Holzschnitten. Zweite Auflage. 8. 2 Mark 80 Pf.
- **Taschenbuch der Mechanik. (Phoronomie, Statik und Dynamik.)** Zum Gebrauche für den Unterricht und als Hilfsbuch für die Anwendungen der Mechanik. Mit Holzschnitten. 8. 2 Mark.
- Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen.** 3. Auflage gr. 8. br. 6 Mark.
- Ržiha, Fr., Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst.** Mit circa 600 Holzschnitten. 2 Bände. 54 Mark.
- Spangenberg, L., Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen.** (Fortsetzung der Wöhler'schen Festigkeitsversuche.) Mit 2 Kupfertaf. gr. 4. geh. 3 M.
- Schwedler, Geh. Oberbaurath, J. W., Ueber Brückenbalken-Systeme** von 200 bis 400 Fuss Spannweite. Vortrag, gehalten in der XIII. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure zu Hannover am 3. September 1862. gr. 8. geh. 60 Pf.
- Wiebe, H., Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer.** kl. Folio. à Heft v. 6 Blatt. Heft 1—90 à 3 Mark, Heft 91—102 à 4 Mark.
- Wöhler, Ober-Maschinenmeister, Ueber die Festigkeitsversuche mit Eisen und Stahl.** Mit fünf Kupfertafeln und 41 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 4. geh. 3 Mark.
- Zeitschrift für Bauwesen.** Herausgegeben unter Mitwirkung der Königl. technischen Bau-Deputation und des Architekten-Vereins zu Berlin. Redigirt von G. Erbkam, Königl. Baurath im Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten. Jahrgang I—XXV. (1851—1875.) à 26 Mark.
- Von Jahrgang 1872 ab pro Jahrgang 30 Mark.



Ritgen, Hugo von

Neues System für Sekundär-Bahnen von normaler Spur

Berlin 1876

4 A.hydr. 440

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11326293-7